الموسوعة المصورة في

العلوم والتكنولوجيا

الحرارة

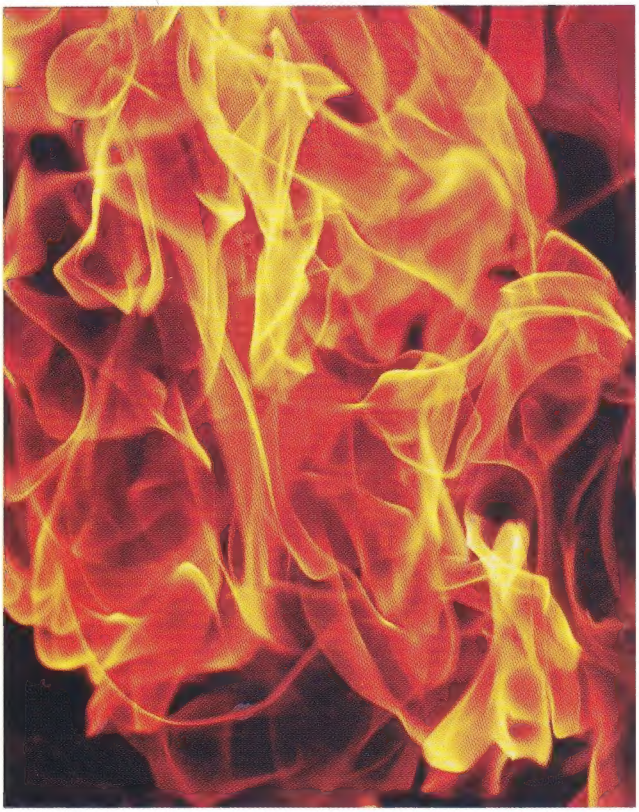
HEAT

DAR EL RATEB
دار الراتب الجامعية

الموسوعة المصورة في

العلوم والتكنولوجيا

PICTORIAL SCIENCE INFOPEDIA



الحرارة

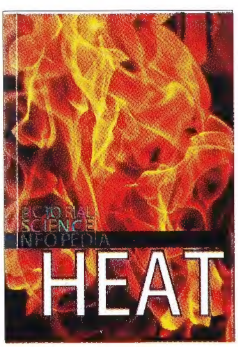
DAR EL RATEB
دار الراتب الجامعية

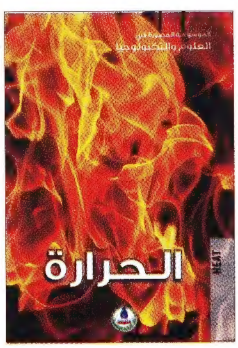
Dar El Rateb دار الراتب الجامعية
مقابل جامعة بيروت العربية ـ بناية اسكندراني (3)
الطابق الثاني ـ بيروت ـ لبنان
تلفون: 993 853 1 00961
895 853 1 00961
www.dar-elrateb.com

Original Title:
Pictorial Science Infopedia
HEAT

الطبعة العربية: **الحرارة**
الطبعة الأولى First Edition: 2015

تعريب: محمد جمال قبيعة
الإخراج الفني: SAMO PRESS GROUP
مجلـد: ISBN 978-9953-30-704-6
الطبعة الأولى: 2015





المحتويات

ما هي الحرارة؟



النَّار تطلق الحرارة

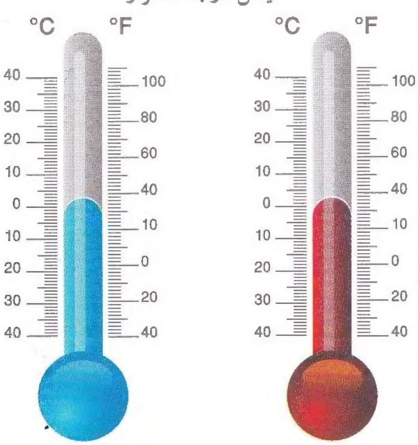


ميزان حرارة رقمي

الحرارة هي شكلٌ من أشكال الطَّاقة، وتُسمَّى كمِّيَّة الحرارة التي يملكها الجسم درجة حرارته. يتحوَّل الماء إلى ثلجٍ عند درجة حرارة تُسمَّى نقطة التَّجمُّد، كما يتحوَّل إلى غازٍ عند درجة حرارةٍ تُسمَّى نقطة الغليان. ويتمُّ تحديد درجة حرارة الجسم حسب مدى سرعة تحرُّك جُزَيْئاته التي كُلَّما زادت سرعة تحرُّكها ارتفعت درجة الحرارة وكُلَّما انخفضت السُّرعة انخفضت بالتَّالي درجة الحرارة.

نقيس الحرارة في وحدات تُسمَّى درجات، وميزان الحرارة هو الأداة التي تُستخدم لهذا الغرض، حيث يقيس بعض موازين الحرارة درجة الحرارة بمقياسٍ يُسمَّى فهرنهايت. باستخدام هذا المقياس الشّائع استخدامه في الولايات المُتَّحدة، ويتجمَّد الماء عند درجة حرارةٍ تساوي 32 درجة، ويغلي عند حوالى 212 درجة. أمَّا موازين الحرارة الأخرى فتقيس درجة الحرارة بمقياس المئويَّة (سيليسيوس) Celsius والذي يتجمَّد الماء فيه على الدَّرَجة 0 ويغلي على الدَّرَجة 100. ويستخدم جميع العلماء ومعظم النَّاس حول العالم هذا المقياس. وهناك عدَّة أَنواعٍ من موازين الحرارة، بعضها يُستخدم لمعرفة إذا ما كان المريض

مقياس درجة الحرارة



F فهرنهايت - C مئويَّة



هل تعلم؟

- أنَّ درجة الحرارة تبقى في بعض الأماكن أقلّ من درجة التَّجمُّد معظم فصل الشِّتاء، فيتجمَّد الماء في البُحَيْرات متحوِّلاً إلى جليد؟

يعاني من الحُمّى، ومنها ما يُستخدم لقياس درجة حرارة الأشياء السَّاخنة جدّاً، مثل الأفران أو الصُّخور المُذابة، وبعضها الأخير يقيس درجة حرارة الأماكن الباردة مثل الثّلاّجات.

وتتخذ الطَّاقة أشكالاً عديدةً، كما يُمكن أن تتغيَّر من شكلٍ إلى آخر، حيث يُمكن تحويل العديد من أنواعها إلى طاقةٍ حراريَّةٍ. فعلى سبيل المثال، إنَّ الطَّاقة الضَّوئيَّة، والكهربائيَّة، والميكانيكيَّة، والكيميائيَّة، والنَّوويَّة، والصَّوتيَّة، والحراريَّة جمعيها قادرةٌ على التَّسبُّب بتسخين أيِّ مادَّةٍ عن طريق زيادة سرعة جُزَيْئاتها. وبالتَّالي فإنَّ إضافة الطَّاقة في نظامٍ سوف يجعله يسخن وسحبها منه سوف يجعله يبرد. فعندما تكون حرارتنا مُنخفضةً، يُمكننا القفز عدَّة مَرَّات لنُصبح أكثر دفئاً.



تعَرَّف إلى

غابريال دانيال فهرنهايت
Gabriel Daniel Fahrenheit

اخترع غابريال دانيال فهرنهايت أول مقياس حرارة دقيق فعلياً باستخدام الزئبق بدلاً من مزيج الكحول والماء. وُلِدَ غابريال في ألمانيا عام 1686 في ألمانيا من عائلة التُّجَّار الألمان، وعاش فهرنهايت معظم حياته في الجمهوريَّة الهولنديَّة، ومات عام 1736.



ما الذي يصنع الحرارة؟

تأتي الحرارة من مصادر مختلفة، فحوالى نصف الحرارة الدَّاخليَّة لكوكبنا تنبع من النَّشاط الإشعاعيّ الطَّبيعيّ، والباقي هو الحرارة البدائيَّة التي خَلَّفَها تشكيل الكوكب ورُبَّما غيره. ويُقَدِّر الجيولوجيُّون أنَّ نحو 44 تيراواط (44 تريليون واط) من الحرارة يتدفَّق باستمرارٍ من باطن الأرض إلى الجَوّ، باتِّجاه الشَّمس على الأرجح.



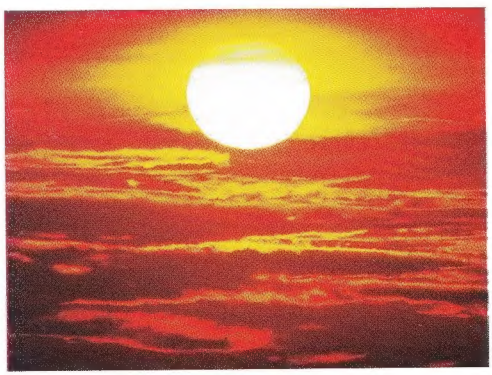
النَّار تعطي الحرارة والضَّوء

الشَّمس الحارة

الشَّمس هي كُرَةُ غازٍ تحترق، وهو ما يجعلها متألِّقةً. وتبلغ الحرارة على سطحها حوالى 5,500 درجة مئويَّة، أي حوالى 100 مَرَّة أكثر سخونة من أسخن مكانٍ على وجه الأرض. تهبُّ أشِعَّة الحرارة والضَّوء خارج الشَّمس، وتسافر عبر الفضاء ضاربةً الأرض، وهي التي تتسبَّب بأن تكون أيَّام الصَّيف حارَّةً، حيث يمكنها أن تجعل قضبان الأرصفة والملاعب ساخنةً جدًّا.
تتكوَّن الشَّمس من ثلاثة أجزاء رئيسة هي: النَّواة، والمنطقة الإشعاعيَّة المُحيطة بالنَّواة، ومنطقة الحمل الحراري حولهما.
تُشكِّل النَّواة الجزء الدَّاخليّ الذي يساوي 25٪ من الحجم الإجمالي. وتُشكِّل المنطقة الإشعاعيَّة 45٪ من نصف قطر الشَّمس ومنطقة التَّوصيل الحراري. وتُشَكِّل الـ 30٪ الباقية.
إنَّ جاذبيَّة الشَّمس تسحب كُتلتها نحو الدَّاخل تُولِّد الكثير من الضَّغط، ممّا يُجبر ذرَّات الهيدروجين على الالتحام مع بعضها في تفاعلاتٍ نوويَّةٍ تماماً مثل القنابل النَّوويَّة التي يصنعها الإنسان. أمَّا الطَّاقة النَّاتجة فهي تبثُّ أنواعاً مُختلفةً من الضَّوء، كالأشِعَّة تحت الحمراء، والأشِعَّة فوق البنفسجيَّة، والضَّوء المرئي، علماً أنَّ الموجات الدَّقيقة، وموجات الرَّاديو والأشِعَّة السِّينيَّة تأتي أيضاً من الشَّمس التي تبثُّ الجُسَيْمات النَّشيطة المسؤولة عن تشكُّل الرِّياح الشَّمسيَّة.



• أن حروق الشَّمس يُمكن أن تُبطئ قدرة الجلد على تحرير الحرارة الزَّائدة بشكلٍ كبيرٍ؟
• وأنَّه يوجد كاميرات خاصَّة قادرة على التقاط صُوَرٍ للحرارة المُنبعثة من الأجسام في الفضاء؟



الشَّمس هي كُرَة غازيَّة مُشتعلة

الحرارة من داخل الأرض

الحرارة تأتي أيضاً من داخل الأرض، ذلك أنَّ الأعماق الدَّاخليَّة السَّحيقة ساخنةٌ بما يكفي لإذابة الصُّخور. ويُقذف أحياناً الصَّخر الذَّائب كحُمَمٍ بركانيَّةٍ ويسيل خارجاً، كما أنَّ الحرارة داخل الأرض تجعل المياه الجوفيَّة ساخنةً جدّاً أيضاً، حيث تنطلق أحياناً خارجاً من الأرض على شكل نافورة. والحرارة داخل الأرض تُحَرِّكُ القارات، وتبني الجبال، وتسبب الزَّلازل، علِماً أنَّ الأرض لا تزال تفقد الحرارة منذ أن شُكِّلَت، أي منذ مليارات السِّنين. لكنَّها تُنتج بالمقابل حرارةً

توازي تقريباً تلك التي تخسرها، وذلك من خلال عمليَّة التَّحلُّل الإشعاعي التي تنطوي على تفكُّك العناصر المُشِعَّة الطَّبيعيَّة داخل الأرض، مثل اليورانيوم وهو نوعٌ خاصٌ من العناصر لأنَّه عندما يتحلَّل يُنتج حرارةً، لأنَّ الذَّرَّات المُشِعَّة تكون غير مُستقَّرة وتخضع لتغييرات تنتج الحرارة وغيرها من المُنتجات.



يتمُّ توليد الحرارة داخل الأرض بشكلٍ أساسيٍّ من تحلُّل العناصر المُشِعَّة

الحرارة من الوقود والاحتكاك

تأتي الحرارة من حرق الوقود مثل النِّفط والفحم، والغاز الطَّبيعيّ، وهي أنواع وقود أحفوري ينتج عن النَّباتات والحيوانات التي عاشت منذ فترةٍ طويلةٍ. ويمكن أن تتولَّد طاقةٌ حراريَّةٌ عن طريق حرق الوقود الذي يمكن تعريفه على أنَّه أي مادَّة تشتعل وتُنتج طاقةً. وتأتي الحرارة أيضاً من حرق الخشب الذي نحصل عليه من الأشجار. وأخيراً، فإنَّ الاحتكاك أيضاً يُنتج الحرارة، مثلما يحصل عند فَرْك سطحَيْن معاً. فضرب رأس عود ثُقاب بِسَطْحٍ خشنٍ يُسَبِّب الاحتكاك الذي ينتج عنه حرارة كافية لإحراق العود.

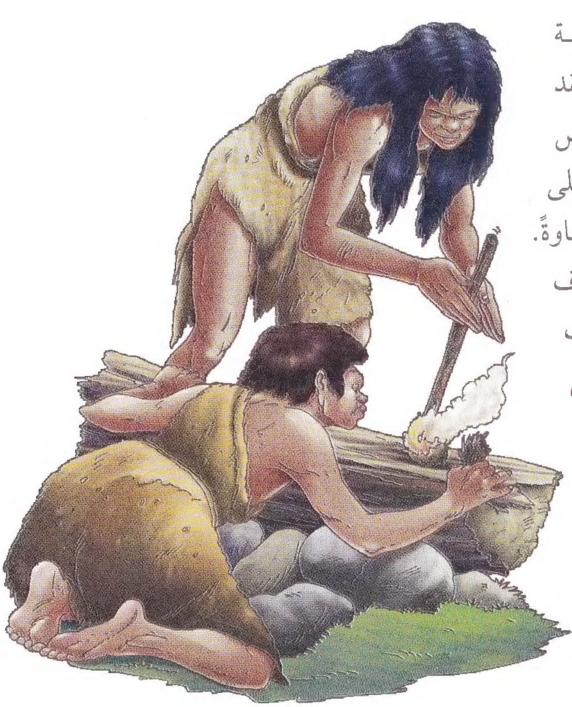
الحرارة من الكهرباء

الكهرباء هي شكلٌ من أشكال الطَّاقة التي يمكن تحويلها إلى طاقةٍ حراريَّةٍ، وبالتَّالي فهي تُعتبر مصدر. فعلى سبيل المثال، فإنَّ مكواة الملابس التي يتمُّ استخدامها في منازلنا تستخدم الطَّاقة الكهربائيَّة لتوليد الحرارة.



يمكن تحويل الطَّاقة الكهربائيَّة إلى طاقةٍ حراريَّة

تاريخ الحرارة



الإنسان البدائي اكتشف النَّار

استخدم الإنسان البدائي أدوات مُعالَجَة حراريّاً في وقتٍ أبكر بكثير ممّا كان يُعتقد أصلاً. فالمُعالجة الحراريّة تجعل بعض الحجارة أدوات أفضل حيث أنّها تُحافظ على رؤوسِها الحادَّة لفترةٍ أطول وتجعلها أكثر قساوةً. حتى في العصور القديمة، فإنَّ مفهوم اختلاف الضَّوء عن الحرارة كان سائداً، حيث اعتُبرت النَّار على أنّها واحدةٌ من العناصر، وعلى الرَّغم من أنّهم لاحظوا أنَّها تُعطي الضَّوء والحرارة، لكن الذي حيَّرهم أنَّها بعد أن تُخمد يستمرّ الجَمْر في إعطاء الحرارة.

وجوزيف بلاك (1728-1799). كان أوَّل كيميائيّ حديث يُقَدِّم تفسيراً حول الحرارة، فقد لاحظ أنَّه عند تعريض غلاية مملوءة بالماء والثَّلج للنَّار، لا تتغيَّر درجة حرارتها إلى أن يذوبَ كلَّ الثَّلج، فَخَرَجَ بالاستنتاج أن الحرارة تتدفَّق مثل السَّوائل. أمَّا الفلاسفة الصِّينيون واليونانيون القُدماء فاعتقدوا أنَّ النَّار هي عنصرٌ جنباً إلى جنبٍ مع الهواء، والأرض والماء. وهذه النَّظريَّة فتحت الطَّريق لفكرة أنَّ النَّار والأشياء التي نحسُّها ساخنةً، وتحتوي على مادَّةٍ تُسمَّى السَّائل الحراري الذي يتدفَّق خفيةً من جسمٍ لآخر.

وفي عام 1798، أظهر الكونت رومفورد Count Rumford أنَّ الحرارة ليست مادَّةً بل شكلٌ من أشكال الطَّاقة. كما كَرَّسَ جيمس جول James Joule حياته لدراسة الحرارة مُقَدِّماً العديد من الاكتشافات الهامَّة في هذا المجال.

وفي أواخر القرن الثامن عشر، نتج عن تجارُب فهرنهايت



هل تعلم؟

- أنَّ بين عامي 1936 و1975، تعرَّضَ ما يقرب من 20,000 شخص لآثار الحرارة والإشعاع الشَّمسي؟
- وأن الإشعاع ينشر حرارة دون اتِّصالٍ مباشرٍ؟

Fahrenheit، بلاك Black وغيرهما طريقة كمِّيَّة منهجيَّة لقياس درجات الحرارة، وتدفُّق الحرارة والسَّعة الحراريَّة، لكن هذا لم يُسَلِّط أي ضوءٍ جديدٍ على ما كان يتدفَّق. ففي ذلك الوقت كانت دراسة الكهرباء تستحوذ كلَّ الاهتمام، بقيادة بنجامين فرانكلين في أمريكا، حيث كان قد اقترح في عام 1747 أنَّ الكهرباء كانت سائلاً واحداً.

نظريَّة السِّيال الحراري (أو نظريَّة الكالوريك) للافوازييه

في عام 1787 اعتقد مُؤسِّس الكيمياء الحديثة الفرنسي لافوازييه أنَّ الحرارة هي سائلٌ، وأطلق عليها اسم السِّيال الحراري Caloric Fluid، حيث Caloric هي كلمةٌ يونانيَّةٌ بمعنى حرارة. فوجود مثل هذا السِّيال كان معقولاً جدّاً لأنَّ الحرارة تسيل من جسمٍ ساخنٍ إلى آخر بارد، ويبدو أنَّ التَّجارب الحراريَّة الكمِّيَّة الحديثة على يد بلاك وغيره أكَّدَت أنَّ الحرارة هي كمِّيَّةٌ احتفاظيَّة، كما هو الحال مع السَّوائل.



نتعرف إلى

يوهان بيشر
Johann Becher

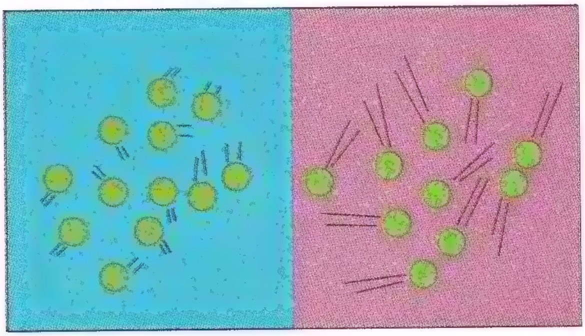
طبيب ألماني، مُشتغل بالكيمياء القديمة، مُبشِّر بالكيمياء الحديثة، باحثٌ ومغامرٌ، أفضل ما عُرِف به هو تطويره لنظريَّة فلوجيستون Phlogiston للاحتراق، ومساهمته في الحركة الاقتصاديَّة النَّمساويَّة Austrian Cameralism.
وُلِدَ في سبايير Speyer عام 1635، وكان والده وزيراً لوثرياً، وتُوفِّيَ عندما كان طفلاً، وتوفي يوهان بيشر عام 1682.





حرائق الغابات كانت بسبب الحرارة المفرطة

نُشوء الحرارة



حركة الذَّرات والجُزَيْئات

تخلق حركة الذَّرَّات والجُزَيْئات شكلاً من أشكال الطَّاقة تُسمَّى الحرارة أو الطَّاقة الحراريَّة الموجودة في كُلّ مادَّة. حتى وفي أبرد فجوات الفضاء، والمادَّة تبقى محتفظةً بكمِّيَّةٍ ضئيلةٍ جدّاً ولكن قابلة للقياس، من الطَّاقة الحراريَّة. فالذَّرَّات دائماً تدور وتحوم حول بعضها البعض، وكلَّما زادت سُرعة الذَّرَّات التي تُشَكِّل الجسم، كلَّما أصبح أكثر سُخُونةً. فإذا فَرَكْتَ راحتي يديك بقُوَّةٍ معاً، وبدأت الفرك ببطء أوَّلاً فإنَّك تشعر بسخونتهما. وبعدها ابدأ بفركهما بشكلٍ أسرع، وفيما تفعل ذلك، فإنَّك ستشعر بازدياد سخونتهما، فكلّما كنت تسرع في فرك يديك معاً، كلّما زادت الحرارة التي تنتج عنها.

قياس الحرارة

الكلمة «Thermo» تعني الحرارة والكلمة «Meter» تعني يقيس، وبالتَّالي فإنَّ ميزان الحرارة Thermometer يقيس درجة الحرارة باستخدام موادٍ تتغيَّر بطريقةٍ مُعيَّنةٍ عندما تسخن أو تبرد. علماً أنَّ الحرارة ودرجة الحرارة لا ترمزان إلى الشَّيء نفسه. فدرجة الحرارة هي في الواقع درجة سخونةٍ أو برودة الجسم، وبهذا المعنى فهي مُتعلِّقةٌ بالحرارة التي يحتويها الجسم، أمَّا الحرارة بِحَدِّ ذاتها فهي شكلٌ من أشكال الطَّاقة، علماً أنَّ الطَّاقة غير قابلة للقياس بشكلٍ مباشرٍ، بل تُقاس من خلال التَّغييرات التي تسبِّبها للمادَّة. والحرارة ليست استثناءً، إذ أنَّ التَّغيير في مدى سخونة الجسم هي واحدةٌ من التَّغييرات التي تُسبِّبها الحرارة في المادَّة ويتمُّ قياسها عن طريق التَّغيير الفيزيائي النَّاتج في الجسم مثل تغيير حجمه عند تلقِّي أو فقدان الحرارة. إنَّ اختراع ميزان الحرارة البسيط يعود إلى زَمَن غاليليو الذي اخترع أوّل ميزان حرارة للماء، لكن ميزان الحرارة الذي نستخدمه في أيامنا هذه فهو من اختراع الفيزيائي الألماني دانيال غابرييل



الحرارة تتولَّد عند فَرْك اليدين





هل تعلم؟

- أنّ التّبخّر يتباطأ في الحرارة الشّديدة والرُّطوبة العالية، وعلى الجسم أن يعمل بِجِدٍّ أكبر للحفاظ على درجة الحرارة العاديّة؟

فهرنهايت Daniel Gabriel Fahrenheit (1736-1686). ففي بداية القرن الثّامن عشر، صنع فهرنهايت مقياسه مُحَدِّداً نقطة تجمُّد الماء عند 32 درجة ونقطة غليانها عند 212 درجة. وفي وقتٍ لاحقٍ من نفس القرن، حوالى عام 1743، اخترع أندرس سيلسيوس Anders Celsius (1744-1701) مقياس سيلسيوس باستخدام نقاط الارتكاز نفسها، لكنّه حَدَّدَ درجة التّجمّد للمياه عند 0 ودرجة الغليان عند 100. ومن المعروف أنَّ مقياس سيلسيوس هو من وحدات النِّظام العالمي ويتمُّ استخدام ميزان الحرارة البسيط في جميع مجالات العلم في معظم البلدان، فإذا ما كان لديك حُمّى، أو لقياس درجة الحرارة داخل أو خارج المنزل. يتألَّف من قالبٍ زُجاجيٍّ بصلي الشّكل على القاعدة وأنبوبٍ زجاجيٍّ طويلٍ يحتوي على سائل الزّئبق. وحجم هذا السّائل يزداد مع درجة الحرارة وهذا التّغيير في الحجم يُسَجَّل كتغييرٍ في مستوى السّائل في الأنبوب الطّويل الضّيّق. والزّئبق هو السّائل الأكثر استخداماً في موازين الحرارة لأنّه يتمدّد ويتقلّص بالتّساوي مع التّغييرات في درجات الحرارة ومُعَدَّل تمدُّده مرتفعٌ جدّاً أيضاً، لذلك يتمُّ مُعايرة هذا التّغيير في مستويات الزّئبق لنحصل على درجة الحرارة. وهناك نوعٌ آخر من موازين الحرارة الشّائعة هو ميزان الحرارة «النّطّاط» الذي يضمُّ قطعةً ملفوفةً من المعدن الحسّاس للحرارة، مع تعليق إحدى نهاياتيها إلى مؤشّر. وعندما يسخن الهواء، يتمدّد المعدن ويتحرّك المُؤشّر للأعلى، وعندما يبرد الهواء يتقلّص المعدن وينخفض المُؤشّر للأسفل. فميزان حرارة آخر مثير للاهتمام هو ذلك الخاص بالأذن. يعمل تماماً مثل طريقة استخدام اللّسان للكشف عن درجة حرارة الجسم، وطبلة الأُذن هي أيضاً نُقطةٌ دقيقةٌ للغاية لقياس درجة حرارة الجسم، لكن لا يُمكننا استخدام ميزان الحرارة العادي في الأذن، لأنَّها عُضوٌ هَشٌّ للغاية. ويتمُّ قياس حرارة طبلة الأذن عن طريق الكشف عن التّغييرات الطّفيفة في انبعاثات

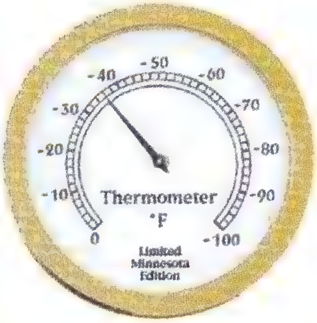
ميزان حرارة رقمي



ميزان حرارة زئبقي

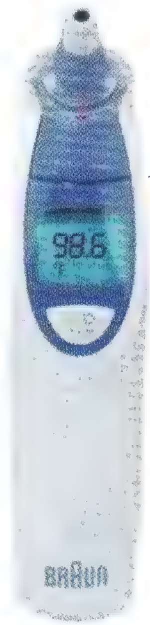
الأشِعَّة تحت الحمراء منها، حيث يتمُّ تحويلها إلى قراءات درجة الحرارة.

ويتمُّ معايرة جميع موازين الحرارة إلى قياسين شائعين، هما: فهرنهايت أو سيليسيوس (المئويَّة). وعند درجة حرارة الصِّفر المُطلق، فالحركة والحرارة تكونان معدومتان.



ميزان الحرارة «النَّطَّاط»

فالصِّفر المطلق هو الدَّرجة التي تتوقَّف عندها الحركة الذَّرِّيَّة والجُزَيْئيَّة، وهي أدنى درجة حرارة ممكنة. ويحدث الصِّفر المطلق عند 0 درجة كلفن، -273.15 درجة مئويَّة أو -460 درجة فهرنهايت، علماً أنَّ كافَّة الأجسام تبعث طاقةً حراريَّةً أو حرارةً ما لم تكن درجتها صفراً مُطلقاً. فإذا أردنا أن نفهم ماذا تعني درجة الحرارة على المستوى الجُزَيْئي؟ علينا أن نتذكَّر أنَّها تعكس مُتَوسط طاقة الجُزَيْئات التي تُؤلِّف المادَّة. فالذَّرَّات والجُزَيْئات في المادَّة لا تنتقل دائماً بنفس السُّرعة، ممّا يعني أنَّ هناك مجالٌ من الطَّاقة (طاقة الحركة) فيما بينها. وفي الغاز على سبيل المثال، تنتقل الجُزَيْئات في اتِّجاهات عشوائيَّة وبسُرعاتٍ مُتنوِّعةٍ، وبعضها سريعٌ والآخر بطيءٌ، عِلماً أنَّها تصطدم أحياناً بعضها ببعض وعندما يحدث ذلك، ينقل الجُزَيْء الأسرع بعضاً من طاقته إلى الأبطأ فيُصبح أسرع والسَّريع يتباطأ. وإذا أُضيف المزيد من الطَّاقة في النِّظام، فإنَّ مُتوسِّط السُّرعة سيزداد وبالتَّالي سيتمُّ انتاج المزيد من الطَّاقة الحراريَّة أو الحرارة، ممّا يعني أنَّ ارتفاع درجات حرارة المادَّة يُبيِّن أن مُتوسِّط الحركة الجُزَيْئيَّة هو أعلى.



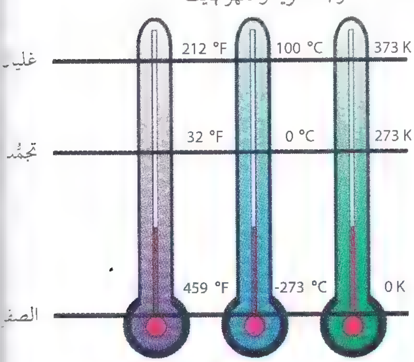
ميزان الحرارة في الأذن



هل تعلم؟

- أنَّ معظم الاضطرابات الحراريَّة تحدث بسبب التَّعرُّض للحرارة بشكلٍ غير عاديّ، أو بسبب الإفراط في التَّمارين بالنِّسبة للعُمر والحالة الفيزيائيَّة؟

الصفر المطلق: مقارنة بين الكلفن، الدرجة المئوية والفهرنهايت

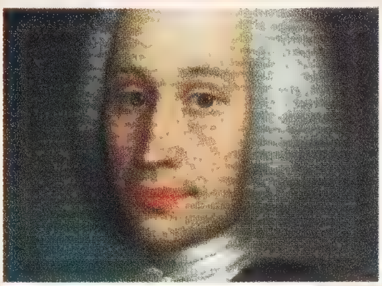


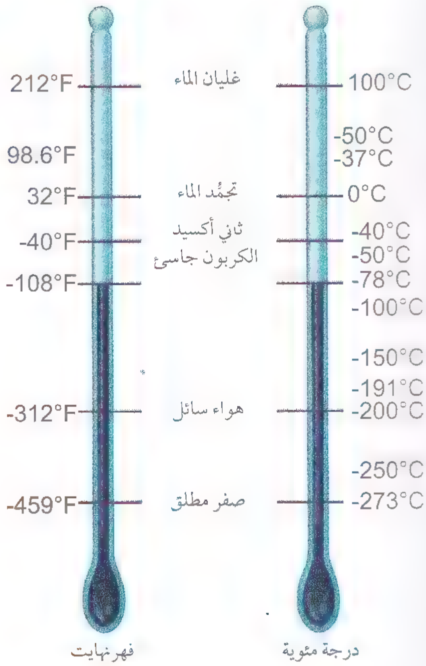


تعرَّف إلى

أندرس سيلسيوس
Anders Celsius

المعروف باختراعه مقياس الحرارة السِّيلوسي، أسَّسَ المرصد الفلكي أوبسالا Uppsala عام 1740، والأقدم في السُّويد. وُلِدَ في أوبسالا بالسُّويد في 27 نوفمبر (تشرين الثاني) عام 1701، وتلقى دراسته في جامعة أوبسالا. وتوفي سنة 1744.





مقياس الحرارة

ولا يمكننا أن نشعر أو أن نحصل على مجموعةٍ من درجات الحرارة المُختلفة لكلِّ جُزَيْء حسب سرعته، فما نحصل عليه كدرجة حرارة فهو مُرتبطٌ دائماً بمتوسِّط سُرعة الجُزَيْئات في النِّظام. وهذا يعني أنَّ الجُزَيْئات تتحرَّك ببطءٍ في جسمٍ باردٍ وبسُرعةٍ في جسمٍ ساخنٍ. وعند وجود جسمَين مُتَّصِلَين، يتمُّ التَّوصُّل إلى التَّوازن الحراري عندما تمتلك جميع الجُزَيْئات في كُلٍّ منهما بنفس مُتَوِّسط الحركة، ونفس السُّرعة[1].

(1) الحرارة: هي إحدى صور الطَّاقة التي تتحول إلى حرارة، وتُعرف بطاقة حركة الجزيء، والشَّمس أهمُّ مصدرٍ للحرارة، وتتولَّد الحرارة من الاحتكاك، والتَّفاعلات الكيميائيَّة، وضغط المواد، ومرور تيَّار كهربائيٍّ في مقاومةٍ عاليةٍ، وتُقاس بالمقياس الحراري (الترمومتر)، ووحدة كميّة الحرارة (السّعر) و (الوحدة الحراريّة البريطانيّة) .

التَّوصيل



نقل الحرارة من خلال التوصيل

يتضمَّن التَّوصيل نشر الحرارة من المناطق السَّاخنة إلى الباردة عن طريق الاتِّصال المباشر. وهذه العمليَّة تتمُّ بعض الشيء مثل سباق التَّتابع، حيث الحركة السَّريعة والنَّشيطة للجُزَيْئات المُهْتَزَّة التي تؤدِّي إلى اصطدامها بجيرانها الذين يبدأون بالتَّحرُّك نتيجةً لذلك. والمواد ذات التَّوصيل الجيِّد مثل المعادن تُشعرُك بالبرودة عند لمسها لأنَّها تحمل الحرارة بعيداً عن أصابعك بسرعةٍ. وأفضل المُوصلات للحرارة في المعادن هي الفِضَّة، النُّحاس والذَّهب وبنفس ترتيب ورودها.

أمَّا المواد التي توصل الحرارة ببطء فتُسمَّى عوازل، حيث تُساعد على حِفْظ الجسم دافئاً من خلال الحؤول دون فقدانه الحرارة، مثل الخشب الذي يُصنَّف كواحدٍ من أفضل العوازل. وأنَّ المياه هي أيضاً فعَّالةٌ كعازل، ولهذا السَّبب يرتدي الغواصون وراكبو الأمواج ملابسهم الخاصَّة مُبَلَّلَة. وذلك لأنَّ درجة حرارة طبقة الماء المحصورة بين الغوَّاص والبدلة ترتفع لتصل إلى درجة حرارة جسمه ممَّا يساهم بحفظه دافئاً.

والتَّوصيل هو انتقال الحرارة عن طريق التَّحريض الجُزَيْئي ضمن المادَّة دون أي حركةٍ من المادَّة ككل. فإذا كانت إحدى نهايات قضيبٍ معدنيٍّ هي عند درجة حرارة أعلى، عندها سيتمُّ نقل الطَّاقة إلى الطَّرَف الآخر الأكثر برودة لأنَّ الجُسَيْمات ذات السُّرعة الأعلى سوف تصطدم بالأبطأ ناقلة الطَّاقة إليها، وهو كالجدار تماماً في المنزل.

أما العوامل التي تُؤثِّر على مُعَدَّل انتقال الحرارة عن طريق التَّوصيل فهي:

أ) الفرق في درجة الحرارة.

ب) الطُّول.

ج) مساحة المقطع العرضي.

د) المادَّة.

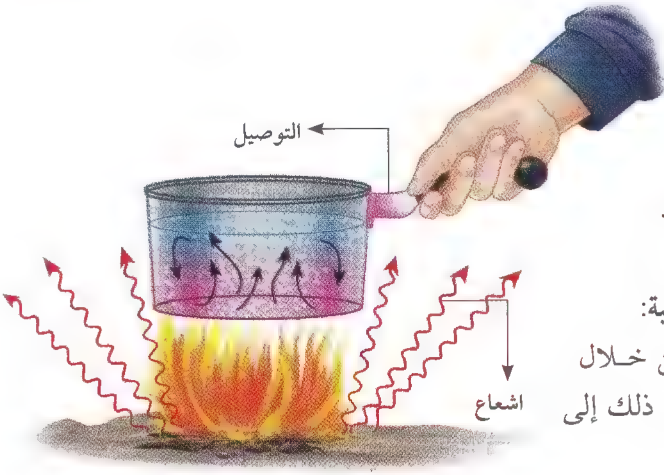


هل تعلم؟

- أنَّ بين عامي 1936 و1975، تعرَّض قُرابة 20,000 شخص لآثار الحرارة والإشعاع الشَّمسي؟
- وأنَّ الإشعاع ينشر الحرارة دون اتِّصال مباشر؟

التَّوصيل في الغازات:

تُوصل جُزَيْئات الغاز الحرارة من خلال اصطدامها ببعضها، علماً أنَّ للغازات موصليَّة حراريَّة مُنخفضة نظراً لكثافتها المُنخفضة.



التَّوصيل في المواد المعدنيَّة الصُّلبة:

تصل الحرارة بسهولةٍ تامَّةٍ من خلال المواد المعدنيَّة الصُّلبة ويرجع ذلك إلى تنقُّل الإلكترونات؟

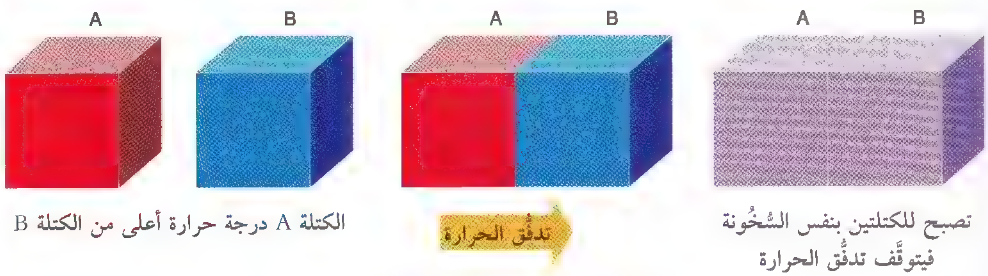
التَّوصيل في المواد غير المعدنيَّة الصُّلبة:

تتكوَّن المواد غير المعدنيَّة الصُّلبة من شبكات تهتزُّ بينما يتمُّ توصيل الحرارة، حيث تحوِّل البنية الشَّعريَّة دون توصيل الحرارة.

قانون فورييه

تنتقل الحرارة دائماً من الأجسام الأدفأ إلى تلك الأكثر برودة، حيث يُؤثِّر تكوين المادَّة على مُعدَّل التَّوصيل. فإذا تَمَّ توصيل قضيبٍ نُحاسيٍّ إلى آخر حديدي طرفاً لطرف، وتَمَّ وضع نهاية كلٍّ منهما في مصادر للحرارة، فإنَّ الحرارة ستنتقل من خلال الطَّرف النُّحاسيِّ بسرعةٍ أكبر منه في الطَّرف الحديدي لأنَّ للنُّحاس قيمة K=92 ، في حين أنَّ الحديد له قيمة K=11.

تأمَّلَ فورييه (1768–1830) الخصائص أعلاه ولخَّصها في قانونٍ لتوصيل الحرارة يحمل اسمه. وهذا القانون ينُصُّ على أنَّ التَّدفُّق الحراريّ يتناسب مع الاختلاف في درجة الحرارة لكلِّ وحدة طول، وثابت التَّناسب هو الموصليَّة الحراريَّة التي تختلف بين المواد، حيث تكون أعظميَّة



الكتلة A درجة حرارة أعلى من الكتلة B

يتمُّ نقل الحرارة من الكتلة الأكثر دفئاً إلى الأبرد

تصبح للكتلتين بنفس السُّخُونة فيتوقَّف تدفُّق الحرارة

للمواد المعدنيّة الصُلبة، أصغر للمواد غير المعدنيّة الصُلبة، صغيرة جدّاً للسَّوائل ومعدومة تقريباً للغازات.

أمّا أَفضل المُوصلات المعدنيّة المألوفة فهي (بالتَّرتيب التَّنازلي) الفِضّة، والنُّحاس، والذَّهب، والألومنيوم، والبريليوم، والتَّنغستن. والماس يتغلّب عليهم جميعاً. والغرافيت يتغلّب بدوره على الماس فقط في حال إجبار الحرارة أن تُوصِل باتّجاهٍ مُوازٍ لطبقات الكريستال.

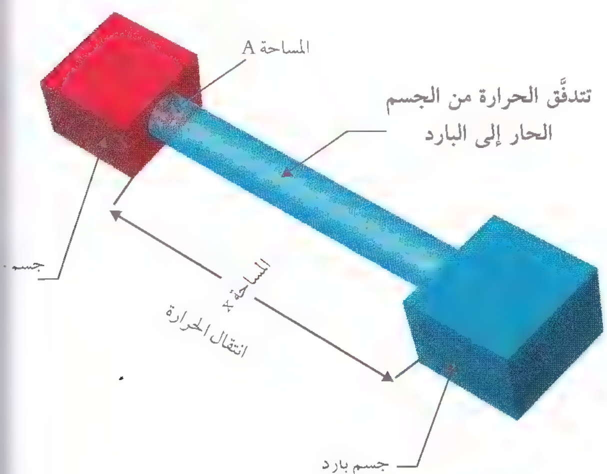
والمادَّة ذات التَّوصيل الحراري الأكبر هي شكل سائل للغاية من الهيليوم يُسمَّى الهيليوم II Helium، والتي لا تتوفَّر إلاّ في درجات حرارة أقل من 2.17 كالفن. وبما أنّه من المُستبعد جدّاً أن تصادف هذه المادّة، فإنّها في الحقيقة لا تستحقُّ البحث إلاّ لحقيقةِ كونها مادّة استثنائيّة.

التَّوصيل في المواد الصُّلبة يحدث في المقام الأوّل لأنَّ الجُزَيْئات تكون متراصّة معاً بإحكام، وهي «لا تُغيِّر» مواقعها.

مثال:

ضع مِلعقةً معدنيّةً في وعاءٍ على موقدٍ، وستلاحظ أَنَّ مقبضها أَصبح ساخناً بعد فترةٍ وجيزةٍ، وهو التَّوصيل الذي يُمَرِّر الحرارة من خلال المادَّة. يحدث هذا عندما تهتزُّ الجُزَيْئات في جزءٍ واحدٍ من المادَّة بشكلٍ أَسرع لأنّها تسخن، ثمَّ تقوم بنقل هذه الطَّاقة الحراريَّة إلى جيرانها وهلمَّ جرّا إلى أسفل الخطّ. وبعض المواد توصل الحرارة بشكلٍ جيّدٍ، مثل تلك الملعقة المعدنيّة، لكن إذا تركت ملعقةً خشبيّةً في وعاء من الحساء، فالمقبض لن يصبح ساخناً. فالمواد التي لا تُوصل الحرارة بشكلٍ جيّدٍ تسمّى عوازل هي مثل السِّيراميك، والخشب، والبلاستيك، والصُّوف، والهواء.

أمّا رحلة نقل الحرارة خطوةً خطوةً في المثل أعلاه هي كالتّالي:





• أنَّ الحَمْل الحراري هو المصطلح الأكثر عموميّةً، والذي يشير إلى حركة التَّيَّارات داخل السَّوائل؟

1) البداية تكون بتحويل الطَّاقة الكهربائيَّة إلى طاقةٍ حراريَّةٍ عن طريق الموقد.
2) الجُزَيْئات المُهتزَّة بسرعةٍ في الوشيعة الكهربائيَّة السَّاخنة تصطدم بجُزَيْئات الوعاء البارد.
3) يتمُّ نقل الطَّاقة الحراريَّة، ممَّا يجعل الجُسيمات في الوعاء تهتزُّ بشكلٍ أسرع.
4) الجُسيمات المُهتزَّة بسرعةٍ في الوعاء تصطدم الآن بجُزَيْئات الماء في الجزء السُّفلي من الوعاء.
5) جُزَيْئات الماء تمتصُّ الطَّاقة، تهتزُّ وتتدفَّق بسرعةٍ أكبر فترتفع درجة حرارتها.
6) جُسيمات الماء (السَّاخنة) النَّشيطة تصطدم بجُزَيْئات الجزء المغمور من الملعقة.
7) جُزَيْئات الملعقة تمتصُّ الطَّاقة وتهتزُّ بسرعةٍ أكبر، ودرجة الحرارة في الملعقة تزداد.
8) الجُزَيْئات في نهاية الملعقة تمتصُّ الطَّاقة وتهتزُّ بشكلٍ أسرع فإنَّها تتصادم بالجُزَيْئات الأخرى فيها فيتمُّ نقل الطَّاقة إلى هذه الجُزَيْئات التي تبدأ في الاهتزاز بصورةٍ أسرع.
9) تتكرَّر عمليَّة التَّوصيل هذه على طول الملعقة المعدنيَّة حتى تصبح ساخنةً بأكملها.

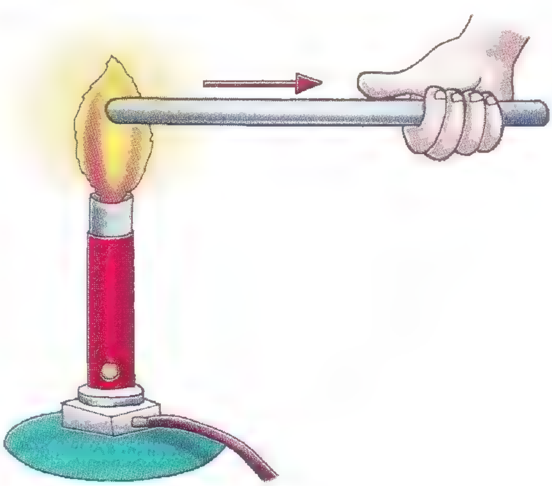


تعرّف إلى

جوزيف فورييه
Joseph Fourier

وُلِدَ جوزيف فورييه في 21 مارس (آذار) من عام 1768 في أوكسير Auxerre وعُرِف واشتُهر لأنَّه برهن كيف يمكن تحليل وتوصيل الحرارة في الأجسام الصُّلبة على شكل سلسلةٍ رياضيةٍ لا نهائيَّةٍ، وهو ما سمَّاه (سلسلة فورييه Fourier Series).

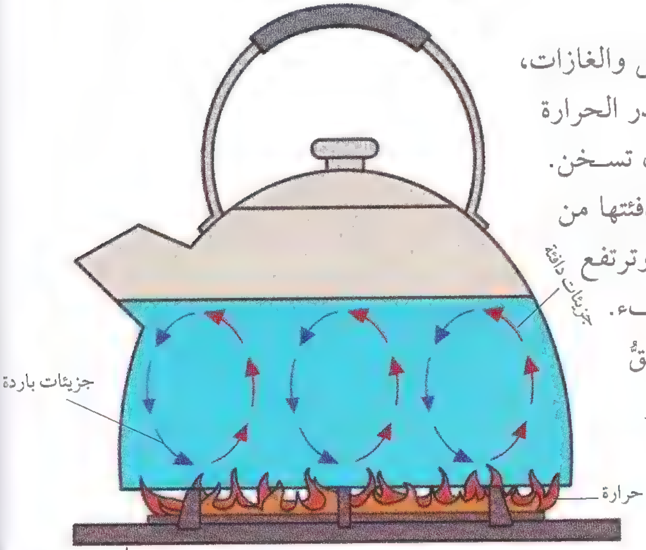




المعادن موصلات جيدةٌ للحرارة

الحمل الحراري

ينقل الحرارة عن طريق حركة السَّوائل والغازات، دافعاً المادَّة السَّاخنة بعيداً عن مصدر الحرارة وبالتَّالي تتمكَّن المادَّة الباردة من أن تسخن. فمناطق السَّائل أو الغاز التي تتمُّ تدفئتها من المصدر الحراري تُصبح أكثر مُرُونةً وترتفع إلى المناطق الأبرد، حاملةً معها الدِّفء. أمَّا المناطق الأبرد والأكثف فَتَشُقُّ طريقها نحو الأسفل باتِّجاه مصدر الحرارة. وهذه الدَّورة تتكرَّر خالقة تيارات تُعرف بالحمل الحراري.



الحركة الكتليَّة للسَّائل

وهناك نوعان رئيسان من الحمل الحراري:

1. القسري Forced convection
2. الطَّبيعي Natural convection

الحمل الحراري القسري

أَحياناً يشار إليه أَيضاً بالتَّدفُّق الأفقي للحرارة، وهو يحدث عندما يتحرَّك الوسط النَّاقل للحرارة بنفسه، كما هو الحال عندما يتمُّ دفع الهواء بواسطة مروحةٍ. وفي هذه الحالة، يتمُّ توزيع الحرارة عن طريق حركة الهواء أو السَّوائل، لكنَّها لا تُسَبِّب الحركة في الواقع. يمكن رؤية الحمل الحراري القسري في العديد من الأماكن في العالم، سواء في الأجسام التي هي من صنع الإنسان أو في العالم الطَّبيعي. فعلى سبيل المثال، يُجبر الفرن الحراري الهواء المُسَخَّن على الدَّوران في الأرجاء باستخدام المروحة. وعلى الرَّغم من أنَّ الهواء يمكن أن يتحرَّك إلى حدٍّ

الحمل الحراري القسري



حركة الجُزَيْئات (القسريَّة)

ما من تلقاء نفسه، لكن القُوّة تفرض توزيع الحرارة. داخل جسم الإنسان، ونظام الدَّورة الدَّمويّة هو مثالٌ آخر ممتازٌ عن الحمل الحراريّ القسريّ. فالدَّم وبين استخداماته الأخرى الكثيرة، يعمل كعُنصر تدفئةٍ وتبريدٍ للجسم على حَدٍّ سواء، حيث يكون مدفوعاً للسَّرَيان خلال نظام الدَّورة الدَّمويَّة.



- أنَّ الحمل الحراري يساعد على جعل كامل الأرض صالحةً للحياة عن طريق إزالة بعضاً من الحرارة الزَّائدة من على سطحها؟
- وأنَّ الحركة الدَّائريَّة تحدث في السَّائل؟

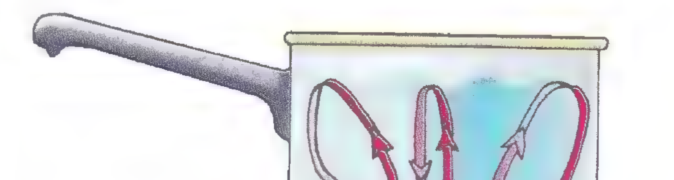
الحمل الحراريّ الطَّبيعيّ:

يحدث الحمل الحراري الطبيعيّ عندما تُوعز الحرارة للوسط النَّاقل لها بالتَّحرُّك نتيجة تمدُّد الوسط بينما يسخُن كما في حالة الغازات، أو بسبب الفَوَرَان الذي يجعل السَّائل الأكثر دفئاً يرتفع، وهو ما يُشار إليه أيضاً بالحمل الحراري الحُرّ. والنَّوعان: القسري والطَّبيعيّ، غالباً ما يحدُثان في الوقت عينه، فعلى الرَّغم من أنَّ الحرارة هي المسؤولة عن تحرُّك السَّائل إلى حَدٍّ ما، إلّا أنَّه يتحرَّك أيضاً نتيجة بعض الظُّروف الأخرى، وفي حالاتٍ مماثلةٍ يُشار إليه باسم الحمل الحراري المُختلط. ويمكن ملاحظة الحمل الحراري الطَّبيعي بسهولةٍ أكثر عند وضع شيءٍ ما فوق مصدر حرارة ليس له مروحة، مثل السَّخَّان المُشِع. فبينما يتمُّ تسخين الهواء الموجود مباشرةً فوق هذا السَّخَّان، يبدأ بالارتفاع لأنَّه يصبح أكثر مرونة من الهواء البارد حوله. فإذا وضعتَ منديلاً ورقياً فوقه، ستلاحظ أنَّها سترتفع نحو الأعلى بسبب الحركة الطَّبيعيَّة للهواء. ويُمكنك الحصول على نفس النَّتيجة عند تسخين سائلٍ بِلَونٍ مُعَيَّنٍ ووضعه داخل سائل أكثر برودة وبِلَوْنٍ مُختلفٍ، حيث ستلاحظ أَنَّ السَّائل الدَّافئ سيرتفع.

مثال:

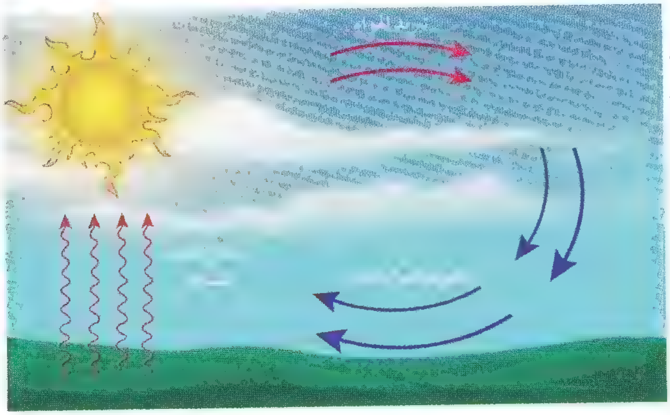
الحمل الحراري والطَّقس:

يُكَوِّن الحمل الحراريّ السُّحب وذلك عندما يرتفع بخار الماء عبر الهواء ويتكثَّف عالياً في الغلاف الجوي مُطلقاً الحرارة، ممّا يتسبَّب بارتفاع المزيد من الهواء حاملاً المزيد



الحركة الدائرية تظهر في السائل

من المياه عالياً إلى السَّحابة المُتَشَكِّلَة. وتتكرَّر هذه الدَّورة والسَّحابة تكبر أكثر فأكثر، حيث يُمكن أن تنشأ العواصف الرَّعديَّة بسبب الغيوم الحمليَّة. ويتتبَّع خُبراء الأرصاد الجويَّة تيَّارات الحمل الحراري في محاولةٍ للتَّنَبُّؤ بمواقع العواصف الرَّعديَّة والطَّقس الماطر.



الحمل الحراري يُكوِّن الغيوم

فاستخدام أنظمة رادار متطوِّرة، خوارزميَّات التَّحليل وكذلك الحَدْس يجعل هؤلاء الخبراء قادرين على توقُّع تَكَوُّن تيَّارات الحملِ الحراري، فيُطلقون على أساسها تكهُّنات حول الحالة المُرَجَّحَة للطَّقس.

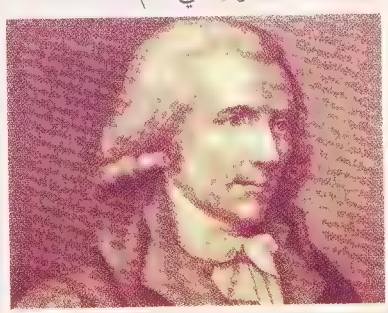
الحمل الحراري النَّاتج عن الجاذبيَّة:

هو نوعٌ آخر من الحمل الحراريّ الذي ينتج عن الفوران لكن بدون تأثير الحرارة. ويحدث بنفس طريقة الحمل الحراريّ الحُرّ، إلَّا أنَّ قوى الفوران التَّفاضليَّة التي تُسَبِّب حصوله في حقول الجاذبيَّة يمكن أن تنتج من التَّبايُن في كثافة السَّوائل عوضاً عن الحرارة. مثال على هذا النَّوع من الحمل الحراري هو انتشار الملح الجاف نحو الأسفل في تربةٍ رطبةٍ، وفقاً للمبدأ الذي ينصُّ على أنَّه بمُجَرَّد أن يُصبح الملح رطباً، فإنَّ المياه المالحة هي أثقل من المياه العذبة. فالمُلوحة المُتَغَيِّرة في الماء وكمِّيَّة الماء المتفاوتة في الكتل الهوائيَّة هي الأسباب المألوفة لحدوث الحمل الحراري

تعرَّف إلى

بنجامين طومسون
Benjamin Thompson

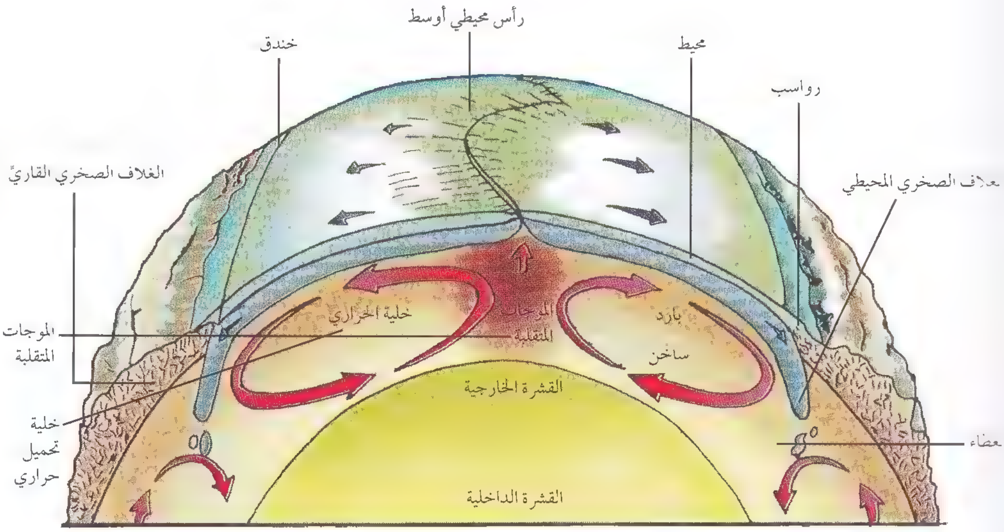
وُلِدَ السِّير بنجامين طومسون في مدينة وبرن Woburn في ماساشوستس، في 26 مارس (آذار) عام 1753. وكان يقوم بخدماتٍ للجيش ويرسم التَّصاميم للسُّفُن الحربيَّة، وهو الذي قدَّم نظرية الحرارة أو النَّظريَّة الميكانيكية للحرارة في عام 1798.



فـي المحيطـات والغلاف الجَـوّي، حيث لا تدخل الحـرارة أو غيرها في تكوينهـا، لأنها تتضمَّن عوامل كثافة تركيبيَّة إضافيَّة غير تلك النَّاتجة عن التَّمدُّد الحراري. وبالمثل، التَّركيب المُتَغيِّر داخل باطن الأرض الذي لم يُحَقِّق بعد الاستقرار الأعظميّ والحَدّ الأدنى من الطَّاقة (بعبارة أخرى، مع أجزاء أكثف وأعمق) لا يزال يتسبَّب بجزءٍ صغيرٍ من الحمل الحراري النَّاتج عن الصُّخور السَّائلة والمعدن المُنصهر داخل باطن الأرض.

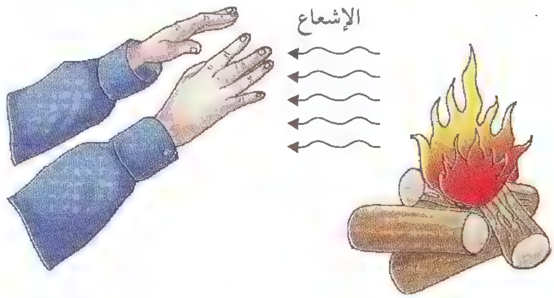
الحمل الحراري المُحيطي Oceanic Convection:

يُؤثِّـر الإشـعاع الشَّمسـي أيضاً علـى المُحيطات، حيث تميـل المياه الدَّافئة من خط الاسـتواء إلى الدَّوران نحو القطبين، بينما تتَّجه المياه القطبيَّة الباردة نحو خط الاسـتواء. وفي كثيرٍ من الأحيان ينتج هذا النَّوع من الحمل الحراري عن الاختلافات في الكثافة النَّاتجة عن التَّفاوُت في المُلوحة، وهو ما يُعرف بالحمل الحراري الدَّوراني وله أهمِّيَّةٌ حاسمةٌ في الدَّورة الحراريَّة الملحيَّة العالميَّة. وفي هذه الحالة يصبح من الممكن تماماً للمياه الدَّافئة نسبياً والمالحة أن تغوص، والمياه الأعذب والأبرد أن ترتفع؛ أي: بعكس اتِّجاه النَّقل الاعتيادي للحرارة.



الدَّورة الحراريَّة الملحيَّة العالميَّة

الإشعاع



الإشعاع هو إحدى طُرُق انتقال الحرارة

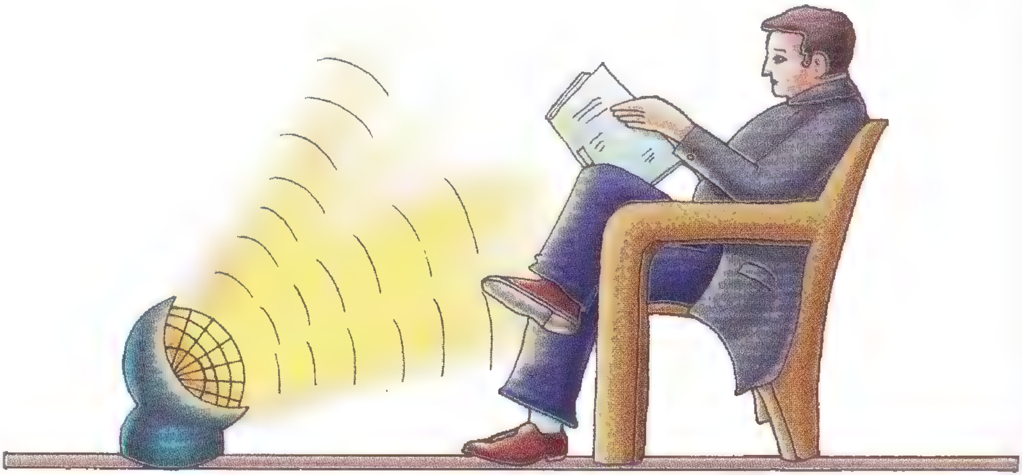
إنَّ كافة الأجسام تُشِعّ طاقةً وحرارةً، حتى أجسامنا أيضاً، لكن الإشعاع القادم من الأجسام الأكثر سخونة يكون أكثر كثافةً من ذلك القادم من الأبرد. فالإشعاع يُغادر الجسم على شكل موجاتٍ، وكلّما زادت سُخُونة الجسم، كُلَّما قَصُرَ الطُّول الموجي لهذا الإشعاع الذي يُمثِّل طاقةً تأتي من مصدرٍ ما وتنتقل عبر الوسط، وربَّما تكون قادرةً على اختراق المواد المختلفة. فالإشعاعات الصَّوتيَّة، والرَّاديويَّة، والميكروويَّة هي الأنواع التي تُسمَّى بغير المؤيِّنة. وبالتَّالي فإنَّ نوع الإشعاع الذي نناقشه الآن هو مُؤيِّن لأنَّه يُمكن أن يُنْتِج جُسَيْمات مشحونة (أيونات) في المادَّة. والإشعاع المُؤيِّن تنتجه ذَرَّات غير مُستقرَّة والتي تختلف عن الذَّرَّات المُستقرة في كونها تمتلك فائضاً من الطَّاقة أو الكُتلة أو كليهما. ويُمكن أيضاً أن ينتُج الإشعاع من أجهزة ذات جُهْدٍ عالٍ مثل آلات الأشِعَّة السِّينيَّة.

تُصَنَّف الذَّرات ذات النَّواة غير المُستقرَّة كمُشِعَّة، وللتَّحوُّل إلى الاستقرار، وتُطلق هذه الذَّرات أو تنبعث منها الطَّاقة أو الكُتلة الزَّائدة، وتُسمَّى هذه الانبعاثات بالإشعاع. أما أنواع الإشعاع فهو


الميكروويف



- أنَّ الجمعيَّة الأمريكيَّة للأرصاد الجويَّة تُفيد بأن مُعدَّل ضحايا الحرارة هو أكثر من 1,000 شخص سنويًّا؟



إشعاع غاما

الكهرومغناطيسي (مثل الضَّوء) والجُسَيْماني Particulate (أي الكتلة المنبعثة مع طاقة الحركة).
ومن الأمثلة عن الإشعاع الكهرومغناطيسي نُدرج أشِعَّة غاما[1]، والأشِعَّة السِّينيَّة[2]، فالأولى تنشأ في النَّواة بينما تأتي الثَّانية من الجزء الإلكتروني للذَّرَّة. ومن الأمثلة عن الإشعاع الجُسَيْمي ندرج أشِعَّتي بيتا[3] وألفا[4].

ومن المثير للاهتمام أنه يوجد «خلفيَّة» من الإشعاع الطَّبيعي في كُلِّ مكانٍ في بيئتنا، وهو يأتي من الفضاء (الأشِعَّة الكونيَّة) ومن المواد المُشِعَّة طبيعيّاً الموجودة في الأرض وفي الكائنات الحيَّة.

مثال:

أثناء وقوفك أمام نار المُخَيَّم تعقد أصابعك الباردة، فماذا تشعر؟

تبدأ أصابعك ببطءٍ شديدٍ باكتساب السُّخونة أثناء امتصاص الأشِعَّة القادمة من النَّار. فموجات الأشِعَّة تحت الحمراء أو أشِعَّة الحرارة، تُغادر النَّار السَّاخنة مُشِعَّة باتجاه يديك. يُشار إلى الجسم الجَيِّد في إشعاع الحرارة بشكلٍ خاصٍّ على أنَّه الجسم الأسود، مثل الشَّمس والأرض اللَّتان تُصَنَّفان من المُشِعَّات الممتازة.

---

(1) أشعّة غاما: لها أكبر قوّة نفاذ، وتكاد سرعتها توازي سرعة الضّوء، ولا يتغيّر اتجاهها تغييراً ملحوظاً بالمجال المغناطيسي.

(2) الأشعّة السِّينيّة: إشعاعٌ غير مرئيٍّ ذو موجةٍ قصيرةٍ اكتشفه (رونتجن) سنة 1895.

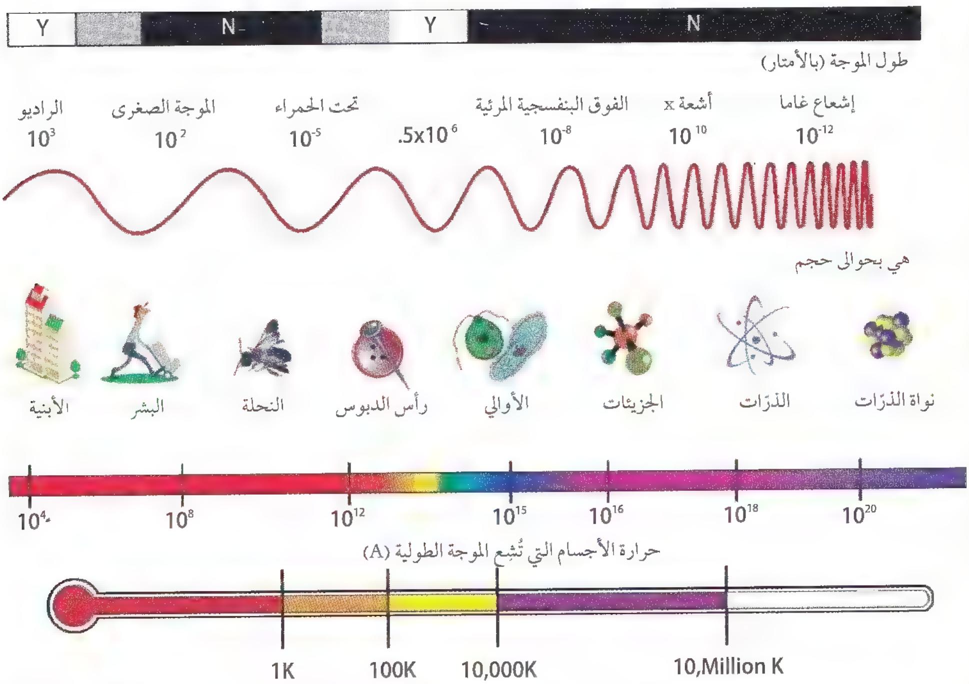
(3) أشعّة بيتا: شحنات سالبة أسرع من أشعّة ألفا، يتغيّر اتجاهها تغييراً ملحوظاً بالمجال المغناطيسي.

(4) أشعة ألفا: دقائق موجبة نوات الهليوم تنطلق من الذَّرّة، سرعتها وقوّة نفاذها أقل من إشعاعية الآخرين، ويتغيّر اتّجاهها تغييراً طفيفاً بالمجال المغناطيسي.

الإشعاع الكهرومغناطيسي

يشمل هذا الإشعاع جميع الأنواع الرَّئيسة للإشعاع الذي يُستخدم علميّاً في المجتمع والذي يظهر في الطَّبيعة، حيث يُستخدم مُصطلح الطَّاقة الكهرومغناطيسيَّة لِوَصْف جميع الأنواع المُختلفة من الطَّاقات التي تُطلقها النُّجوم (مثل الشَّمس) في الفضاء، وكذلك الإشعاع الكهرومغناطيسي الذي يتضمَّن العديد من الأنواع المُختلفة. وفي الواقع إنَّ طَيَف الضَّوء المرئي الذي يُستخدم للقراءة هو من أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي. ومن ناحية أخرى يُشكِّل ضوءاً مرئيّاً بنسبةٍ مئويَّةٍ صغيرةٍ جدّاً من المجال الكُلِّي لتردُّدَات الإشعاع الكهرومغناطيسي، علماً أنَّ الأشكال الأخرى تشمل الأشِعَّة السِّينيَّة، وأشِعَّة غاما، والأشِعَّة فوق البنفسجيَّة، والموجات الميكرويَّة، والرَّاديويَّة، وأشِعَّة تيراهيرتز Terahertz، والأشِعَّة تحت الحمراء. وهذه الأنواع جميعها من الطَّاقات تتضمَّن البعض مما سوف تُميِّزه والبعض الآخر الذي سيبدو غريباً. وهي تشمل:

- موجات الرَّاديو. • موجات التِّلفزيون. • موجات الرَّادار. • الضَّوء. • الموجات القصيرة.
- أشِعَّة غاما. • الحرارة (الأشِعَّة تحت الحمراء).
- الأشِعَّة السِّينيَّة (تماماً مثل هذا النَّوع الذي تحصل عليه عند الطَّبيب).
- الموجات الميكرويَّة (في فرن الميكروويف).
- الأشِعَّة فوق البنفسجيَّة (التي تُسبِّب حروق الشَّمس).
- الطيف الكهرومغناطيسي هل يدخل الغلاف الجوي للأرض؟



وكلُّ هذه الموجات تقوم بأشياء مختلفة. فعلى سبيل المثال: إنَّ موجات الضَّوء تجعل الأشياء واضحةً للعين البشريَّة، فموجات الحرارة تجعل الجُزَيْئات تتحرَّك وتسخن، بينما يُمكن تمرير أشِعَّة X خلال الجسم وإرساؤها على فيلم، مما يسمح لنا بالتقاط صورةٍ داخليَّةٍ. ومن ناحيةٍ أخرى لهذه الطَّاقات بعض الأمور المُشتركة أيضاً. فجميعها تنتقل في موجات، مثل الموج على الشَّاطئ أو مثل الموجات الصَّوتيَّة، كما أنَّها تتألَّف من جُسَيْماتٍ صغيرةٍ. علماً أنَّ العلماء لا يزالوا غير متأكِّدين تماماً من كيفيَّة ارتباط الموجات والجُسَيْمات بعضها ببعض. والحقيقة أَنَّ الاشعاع الكهرومغناطيسي ينتقل في موجات تُمكِّننا من قياس أنواعه المُختلفة بواسطة الطُّول الموجي. وهذا يعني أنَّه يوجد طريقةٌ وحيدةٌ يمكن من خلالها تمييز الأنواع المُختلفة من الإشعاع، وعلى الرَّغم من أنَّ جميع أنواع الإشعاع الكهرومغناطيسي تنطلق من الشَّمس، إلَّا أنّ غلافنا الجوّيّ يمنع بعض الأنواع من الوصول إلينا. وعلى سبيل المثال أيضاً: إن طبقة الأوزون الكثيرة تمنع الأشِعَّة فوق البنفسجيَّة[1] الضَّارَّة من الدُّخول إلى مجالنا الجَوِّي، لذلك عَمَّ القلق جميع الأوساط عندما علموا بوجود ثُقُبٍ فيها.

ولقد تعلَّمنا في الآونة الأخيرة عدَّة استخدامات للكثير من أنواع الإشعاع الكهرومغناطيسي المُختلفة، كما تعلَّمنا أيضاً كيفيَّة انتاجه عند الحاجة باستخدام أنواعٍ أخرى من الطَّاقة. فعلى سبيل المثال: ما كانت دي أس DS1 قادرةً على التَّواصل مع الأرض لو لم يكن بإمكانها إنتاج الموجات الرَّاديويَّة.



تعرَّف إلى

جيمس كلارك ماكسويل

James Clerk Maxwell

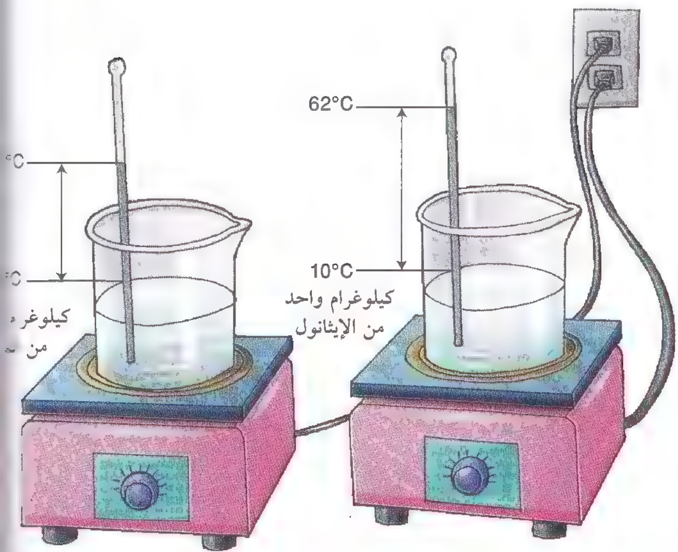
فيزيائيٌّ اسكتلنديٌّ وُلِدَ في 13 يونيو (حزيران) عام 1831 في إدنبرغ باسكتلندا، كان جيمس أوَّل من أعلن عن وجود الإشعاع الكهرومغناطيسي في مُنتصف القرن 19. وأثبت وجوده أخيراً وتمَّ دعمه بشكلٍ منهجيٍّ في عمل هاينريش هيرتس Heinrich Hertz، ومات سنة 1873.



(1) الأشِعَّة فوق البنفسجيَّة: جزءٌ غير مرئيّ من أشعة الشّمس، تولّد صناعياً بواسطة مصابيح كهربائية تشمل القوس الزئبقي، ويفقد جزءٌ كبيرٌ منها قبل وصولها إلى سطح الأرض، ولا يمكنها اختراق طبقة سميكة من الملابس، أو زجاج النافذة، أو الهواء المحمل بالشوائب.

السِّعة الحراريَّة

السِّعة الحراريَّة هي كمِّيَّة السُّخونة اللازِّمة لتغيير حرارته بكامله بموجب درجةٍ واحدةٍ أو يمكنك القول أنَّها مُصطلحٌ يُستخدم لِوَصْف قُدرة الجسم على امتصاص السُّخُونة التي تُغيِّر درجة حرارته بمقدار درجة مئويَّةٍ واحدةٍ. حيث تُستخدم هذه السِّعة لتأسيس فهمٍ للعلاقة بين العنصر وقدرته على استيعاب كمِّيَّات مُختلفة من الحرارة، فاستخدامها مُهمٌّ في النُّظم البيوكيميائيَّة والهندسة لفهمها بشكلٍ تامٍّ ويجب أوَّلاً استيعاب الفرق بين السُّخونة ودرجة الحرارة [1].



يمكن اعتبار السِّعة الحراريَّة كخُمُول حراري
Thermal Inertia

السُّخُونة:

على الرَّغم من أَنَّ السُّخُونة والحرارة يُستخدمان عادة كمصطلحٍ واحدٍ، إلَّا أنَّهما ليستا مترادفتين. فالسُّخُونة هي شكلٌ من أشكال الطَّاقة التي تُقاس بواسطة درجة الحرارة، ويتمُّ استخدامها في التَّفاعلات الكيميائيَّة لتزويد المواد المُتفاعلة بها. والسُّخونة النَّاتجة عن تفاعلاتٍ مماثلةٍ تُعرَّف كاعتلاج أو إنتروبي Entropy في قوانين الدِّيناميكا الحراريَّة Thermodynamics.



- أنَّه على الرَّغم من الاعتقاد السَّائد بأنَّ الأعاصير والعواصف هي كوارث الطَّبيعة الأكثر خطورة إلَّا أنَّ موجات الحَرّ تقتل من الأمريكيين أكثر من أيِّ كوارث طبيعيَّة أخرى؟

(1) يُعتبر (جيمس. ب. جول) هو أول من عيّن العلاقة بين الطاقة والحرارة.

درجة الحرارة:

تُستخدم درجة الحرارة لقياس كمّيّة السُّخُونة في الجسم، وذلك وِفْقَ العديد من الواحدات مثل: سيلسيوس[1]، وفهرنهايت[2]، وكلفن[3]، ولكن في السّعة الحراريّة التي بسببها ترتفع حرارة الجسم عن طريق امتصاص السُّخُونة، وعادة ما يُعَبَّر عن درجاتها بالسّيلسيوس. وتتفاوت القُدرة على امتصاص السُّخُونة باختلاف الأجسام، حيث يمكن لبعضها أن يمتصّ حرارةً أكثر من البعض الآخر قبل أن نلاحظ أيَّ تغييرٍ في درجة الحرارة. وعلى سبيل المثال: إنَّ المعادن تُصبح ساخنة جدّاً بسرعةٍ عندما يتمُّ امتصاص الحرارة، مِمَّا يعني أنَّ سِعتها الحراريَّة مُنخفضةٌ جدًّا.



تعرَّف إلى

جوزيف بلاك
Joseph Black

كيميائي بريطاني اشتهر باكتشافه الهواء الثَّابت. كما اكتشف أيضاً الحرارة الكامنة، واكتشف كاربونات المغنيزيوم وكان أوّل من أدرك بوضوحٍ الفرق بين كثافة وكمّيّة الحرارة. وُلِدَ جوزف بلاك في 16 أبريل (نيسان) عام 1728، في بوردو بفرنسا، من أبٍ اسكتلنديٍّ كان قد استقرَّ في تلك المدينة.



المِسعريَّة Calorimetry:

هي الآليَّة التي اعتمدها العُلماء لدراسة السِّعة الحراريَّة. فهي تستخدم جسمَين معاً لقياس درجة الحرارة وتحديد السِّعة الحراريَّة لعناصرهما المُختلفة. ويتمُّ الاختبار عن طريق سَكْب وَزْن مُعَيَّن من الماء السَّاخن في كوب البوليستيرين Styrofoam، ثمَّ يتمُّ إسقاط جسم مُبَرَّد مثل الحديد فيه، وعندما تصل الحرارة إلى التَّوازن، يقيس العُلماء درجة حرارة الجسم الحديدي ودرجة حرارة الماء. وكمّيّة الحرارة التي يمتصُّها الجسم ودرجة حرارته النِّسبيَّة تحدِّدان سعته الحراريَّة.

---

(1) سيلسيوس: هو أندرز سيلسيوس (1701 – 1744) وهو مخترع الثرمومتر المئوي.

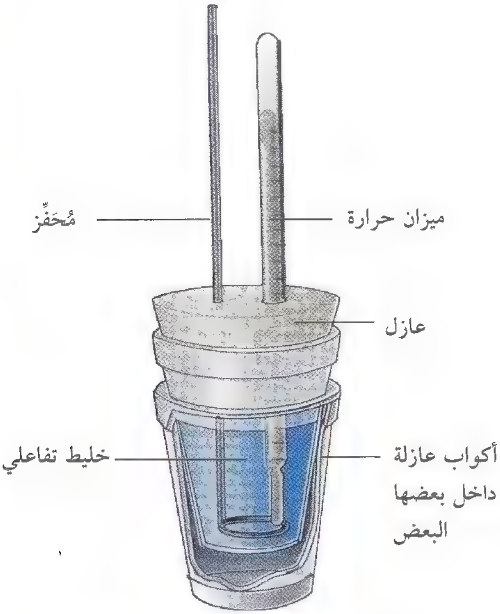
(2) فهرنهايت: هو جبرائيل دانيال فهرنهايت (1686 – 1736) وهو مخترع المقياس الفهرنهيتي.

(3) كلفن: هو وليم طومسون كلفن (1824 – 1907)، وهو الذي وضع قانون جول لبقاء الطاقة على أُسسٍ سليمةٍ، واخترع مقياس كلفن أو المقياس المطلق للحرارة.

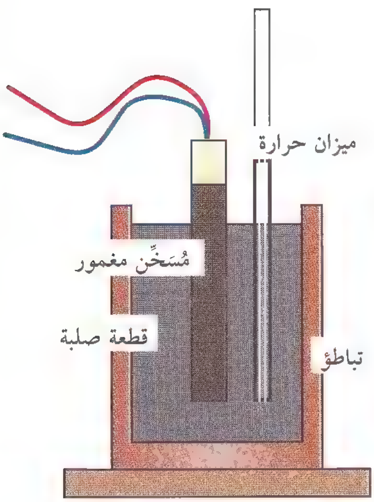
مُعادلة السّعة الحراريّة هي:
<التّغيير في درجة الحرارة>
$Q = c * m *$

Q هي كمِّيَّة الحرارة المُضافة إلى النِّظام، m هي كتلة الجسم، c هي الحرارة المُحَدَّدَة للجسم والتّغيير في درجة الحرارة هو الفرق بين درجة الحرارة قبل رَبْط الأجسام ودرجة الحرارة بعد التَّوازن.

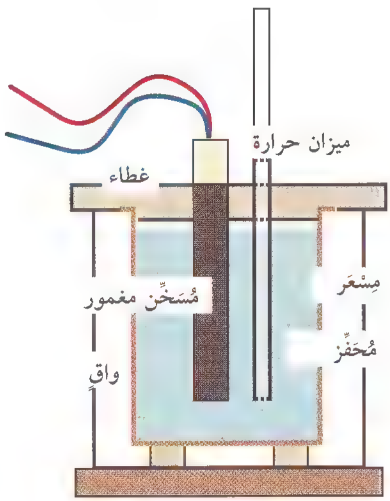
ولحساب "c" من نفس المعادلة المذكورة أعلاه:
$c= Q / (m *$ <التّغيير في درجة الحرارة>)



للماء أعلى سخونة مُحَدَّدَة بقيمة 4.186 جول/ غرام درجة مئويَّة



الشّكل 1 (أ)



الشّكل 1 (ب)

يُستخدم المِسْعَر لقياس كمية تدفق الحرارة في تفاعل كيميائي

استخدام الحرارة

إنَّ الحرارة مُهِمَّةٌ لجميع جوانب الحياة، وخصوصاً النَّباتات والثَّدييّات. فالحياة النَّباتيَّة تعتمد عليها أيضاً، للبقاء على قيد الحياة لأنَّها تنتج الطَّاقة، ويمكن أن تكون مفيدةً وخطيرةً بنفس الوقت. فكلُّ المخلوقات الحيَّة تحتاج إلى كمِّيَّاتٍ مُعتدلةٍ من الحرارة، فالقليلة جدّاً أو الكثيرة جدّاً منها، تكون مُدمِّرةً للحياة. فهي تُؤدِّي إلى إحداث تغييرات في الطَّقس، عن طريق تبخير الماء لتكوين الغيوم المطريَّة وتُسَبِّب جريان الرِّياح. ولقد تعلّم البشر السَّيطرة على الطَّاقة الحراريَّة لأهدافٍ خاصَّةٍ بهم، فأصبحت تُستخدم لإعداد الطَّعام، وجَعْل البيوت مريحةً في فصل الشِّتاء، وتشغيل المُحَرِّكات، وتنفيذ العمليّات الصِّناعيّة وغيرها من الاستخدامات العديدة والمُتنوِّعة.

بقاء الثَّدييّات:

تستهلك الثَّدييّات المواد الغذائيَّة، التي تُوفِّر السُّعرات الحراريَّة للجسم والذي يُحَوِّل بدوره المُستهلك منها إلى طاقةٍ من خلال تأييض الطَّعام. وعندما يُصبح الجسم ساخناً جدّاً، يتمُّ إفراز العَرَق ليتبخَّر ويبرد الجسم بالمقابل، وعندما يصبح بارداً جدّاً، فإنَّ الجسم يرتعش للمساعدة على زيادة درجة حرارة الجسم. ولكن في حال انخفاض درجة حرارة الجسم بشكلٍ كبيرٍ جدّاً، فإنَّ ذلك يمكن أن يُهَدِّد وجوده. فبعض الحيوانات كالفيلة، يمكنها أن تعيش في مناخٍ واحدٍ، بينما غيرها من الحيوانات الأخرى تتكيَّف مع التَّغييرات المناخيَّة،



سنجاب

فعلى سبيل المثال: تتكوَّن لدى الكلاب فروةٌ سميكةٌ في فصل الشِّتاء البارد للحفاظ على أجسامها دافئةً.

بقاء النَّبات:

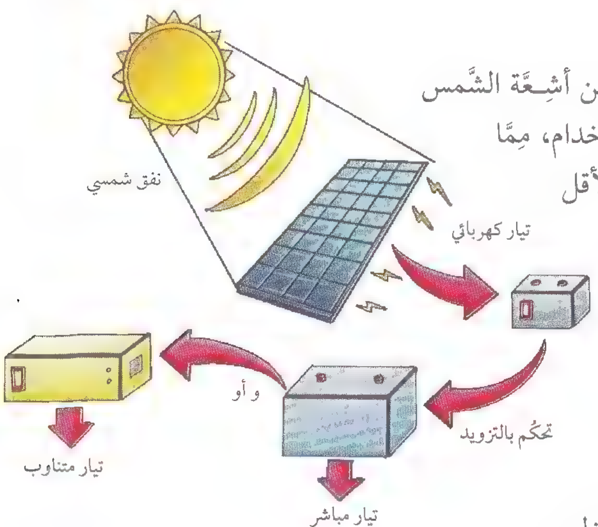
تحتاج النَّباتات للنُّمو إلى الماء، وضوء الشَّمس، وهناك عِدَّة أنواعٍ منها بحاجة للحرارة أيضاً. كما أنَّ نقل الأغذية



النَّباتات هي أيضاً بحاجة للحرارة لتنمو

المزروعة في منطقةٍ معيَّنةٍ إلى الأسواق في منطقةٍ أخرى، ويمكن أن يزيد التَّكلفة ويقلِّل القيمة الغذائيَّة الإجماليَّة بالاعتماد على طول الرِّحلة.

والبيوت الزُّجاجيَّة تسمح بزراعة بعض النَّباتات في وقتٍ سابقٍ أو لاحقٍ لموسم النُّموّ من خلال حصر الحرارة وإنتاج مناخٍ أكثر مثاليَّة لنموِّها، كما تساعد هذه البيوت أيضاً في حماية النَّباتات لأغراض الزِّراعة العضويَّة.



الطَّاقة والسَّلامة:

تُخزِّن الطَّاقة الشَّمسيَّة الحرارة من أشِعَّة الشَّمس وتحوِّلها إلى طاقةٍ قابلةٍ للاستخدام، ممَّا يؤمِّن مورداً غير محدودٍ، على الأقل ما دامت الشَّمس موجودةٌ. كما يتمُّ حرق الوقود في المُحَرِّكات لإنتاج نوعاً مختلفاً من الطَّاقة الحراريَّة. كانت القطارات القديمة تسير على احتراق الفحم الحجري وكذلك المنازل التي تحتوي على المواقد يتمُّ تشغيلها عادة بواسطة الغاز الطَّبيعي أو الكهرباء فتؤمِّن بذلك طبخ الأطعمة، وزيادة السَّلامة عن طريق الحَدّ من البكتيريا الضَّارَّة والجُسَيْمات الحيَّة الموجودة في الطَّعام.

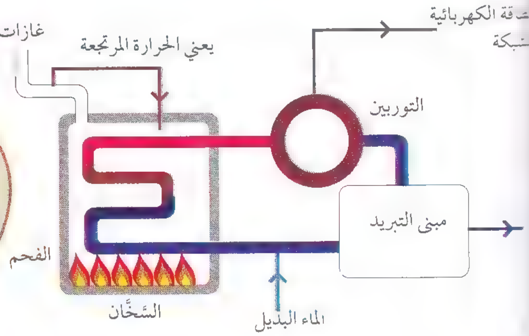


هل تعلم؟

- أنَّ لوقود الدِّيزل طاقةً حراريَّةً أكثر من البنزين؟
- وأنَّ وقود الدِّيزل يحترق أبطأ من البنزين؟

الحرائق:

يتعامل رجال الإطفاء مع النَّار كحدثٍ خطيرٍ للغاية ويمكن أن يصبح بسرعة خارج نطاق السَّيطرة سواء في المنزل، أو المبنى، أو المُخَيَّم، أو الغابة، أو الحديقة. فبينما يزداد حجم النَّار ولهيبها، فإنَّها ببساطةٍ يمكن أن تتسبَّب بحرق كلِّ شيءٍ قريبٍ، لذلك تجد أن اعتماد طُرُق التَّخفيض السَّريع لحرارة الحريق يمكن أن تُنقذ الأرواحَ وتمنع الأضرار، ممّا يُسَهِّل عمل رجال الإطفاء.





تعرَّف إلى

رودولف كلوسيوس
Rudolf Clausius

هو عالم الفيزياء الألماني الذي وفَّقَ بين نتائج جول ونظريَّات سادي كارنو بالتَّخلّي عن فكرة أنَّ الحرارة مُصانة. عرض رسمياً مُعادلة الحرارة والعمل وطَوَّرَ مفهوم الانتروبي لشرح الاتِّجاهيّة للعمليَّات الفيزيائيَّة. وأنَّ الدَّوران العميق للمياه الجوفيَّة على طول المناطق سيأتي بالحرارة إلى مستويات أقلّ عمقاً، ويجمع تدفُّق الحرارة من منطقةٍ واسعةٍ. وهذه التّكنولوجيا يمكن استخدامها لتوليد الكهرباء. وقد ثبت أن الطَّاقة الحراريَّة الأرضيَّة ستكون موثوقة، واقتصاديَّة، وصديقة للبيئة، وقابلة للتَّجديد.

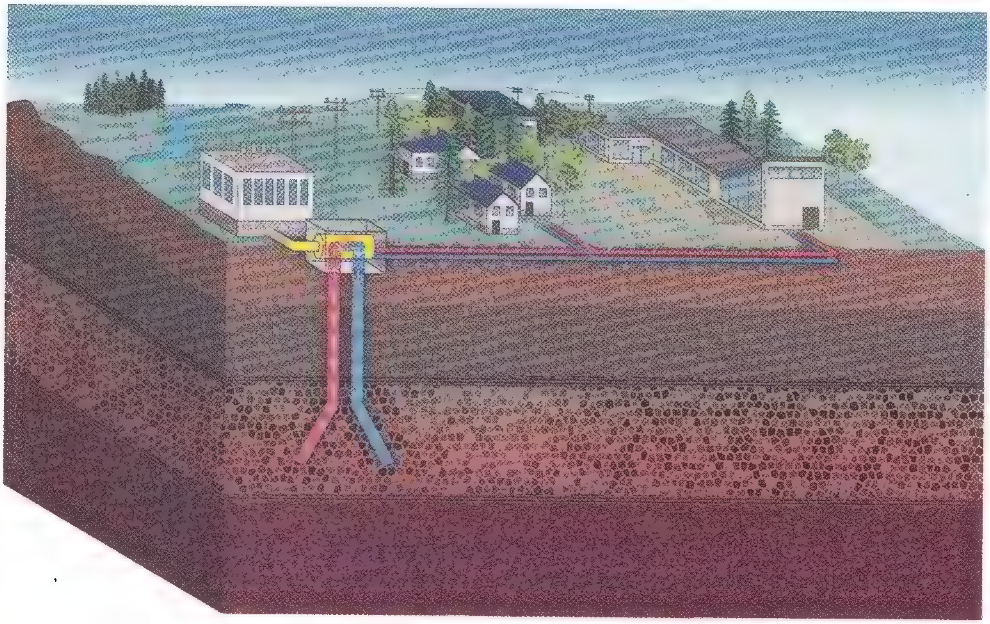


وتعطي الشَّمس كوكبنا من الطَّاقة أكثر بكثير من الوقود الأحفوري الذي يصنعه الإنسان. فحرارتها تُشغِّل أقوى مُحَرِّك على الإطلاق وهو مناخ الأرض. فهي تجعلك ساخناً عندما تشرق، لكنَّها أيضاً تصنع الرِّياح، والأمواج، والمطر. ويُمكن للنَّاس استخدام كلّ هذه الأشياء لتوليد الكهرباء أو الطَّاقة الحراريَّة للمنازل، والأهمُّ من ذلك وعلى عكس الوقود الأحفوري، فإنَّ هذا النَّوع من الطَّاقة لا يُضِرّ بالأرض وسيستمر إلى الأبد!

والحرارة التي تنبعث من داخل الأرض ساخنةٌ نتيجة لتحرّكاتٍ في ألواح القشرة الأرضيَّة، وهناك مناطق حرارة عالية تتدفَّق وقد تتوضع على مقربة من السَّطح حيث أن دورة الحمل الحراري تلعب دوراً هامّاً في تقريب الحرارة إلى السَّطح. وقشرة الأرض التي نعيش ونعتمد عليها، هي في جزءٍ كبيرٍ منه نتاج الملايين من البراكين والتي كانت نشيطةً وأحجاماً هائلةً من المواد المُنصهرة التي لم تنفجر، لكنها بدلاً من ذلك تُبَرِّد ما تحت السَّطح. ونتج عن هذا النَّشاط



انفجار البركان



طاقة الأرض الحراريّة

البركاني المتواصل وعلى نطاقٍ واسع العديد من الموارد الطَّبيعيَّة الثَّمينة في جميع أنحاء العالم. أمّا المياه الجوفيَّة المُسخَّنة بواسطة الأجسام الكبيرة المُنصهرة السَّاخنة فيمكن استغلالها للحصول على الطَّاقة الحراريَّة الأرضيَّة.

هناك نوعان رئيسان من الفئات الحراريَّة الأرضيَّة:

(1) مصادر الحرارة المرتفعة.

(2) مصادر الحرارة المُعتدلة والمُنخفضة.

تتواجد مصادر الحرارة الجوفيَّة العالية التي تصل إلى 220 درجة مئويَّة وأكثر في الغالب في المناطق البركانيَّة. كما يتمّ استخدام درجة الحرارة العالية هذه دائماً وفي الغالب لإنتاج الطَّاقة في حين يتمُّ استخدام معظم موارد درجات الحرارة المُنخفضة لأغراض التَّسخين المباشر أو الزِّراعة العاديَّة والمائيَّة.



هل تعلم؟

- أنَّ إمدادات الطَّاقة الحراريَّة الأرضيَّة أقل من 10٪ من الطَّاقة؟
- وأنَّ الطَّاقة الحراريَّة الأرضيَّة هي الطَّاقة التي تولِّدها الحرارة المُختزنة تحت سطح الأرض؟



هل تعلم؟

- أنَّ التَّبخُّر يتباطأ في الحرارة الشَّديدة والرُّطوبة العالية، ويجب على الجسم أن يعمل بجدٍّ أكثر للحفاظ على درجة الحرارة الطَّبيعيَّة؟

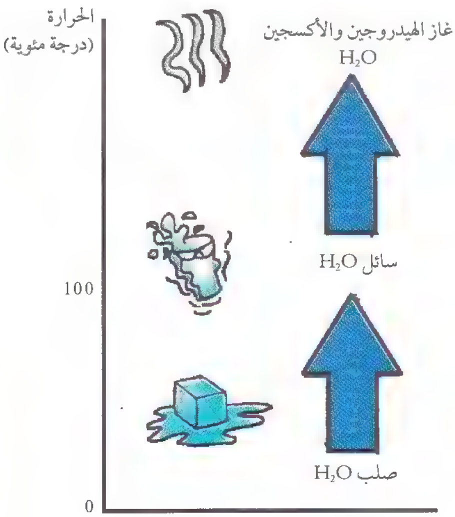
الحرارة تُغيِّر الأشياء

يمكـن للحـرارة أَن تُغيِّر المادَّة بطرقٍ مختلفةٍ، فلها تأثيرٌ على حالة المادَّة التي يُمكن أن تُغيِّر حالتها تبعاً للسُّخُونة أو لدرجة الحرارة. وهناك ثلاث حـالاتٍ يمكـن للمـادَّة أن تتّخذهـا اعتمـاداً علـى درجة الحـرارة وهي الصُّلبة، والسَّـائلة، والغازيَّة. وعلى سبيل المثال، بإضافة الحرارة إلى قطعـةٍ من الثَّلج يؤدّي ذلك إلى تغييرٍ من الحالة الصّلبة إلى الحالة السَّـائلة، أو من الحالة السَّـائلة إلى الحالة الغازيَّـة. وعندما يتجمَّد المـاء يفقد الحـرارة ويتغيَّر من الحالة السَّـائلة إلى الصُّلبة. ويُمكن أن تسـبب الحـرارة تغييـرات كيميائيَّة، وهي تغييرات فـي التَّركيب الكيميائي لإنتاج موادٍ جديدةٍ ذات خصائص مختلفة.

وعندمـا نُحَوِّل العجين إلى فطيرةٍ، فنحن نسـتخدم الحرارة للطَّهي ونُغيِّـر كيميائيا المكونات الخام إلى شـيءٍ مختلـفٍ. وخلال تغيير الحالة يتمُّ اسـتخدام الطَّاقة الحراريَّـة لتغيير التَّرابط بين الجُزَيْئات.

في حالة الذَّوبان، يتمُّ استخدام الطَّاقة المضافة في كسر الرَّوابط بين الجُزَيْئات. وفي حالة التَّجميد يتمُّ طرح الطَّاقة بينما الجُزَيْئات تتَّحد مع بعضها البعض.

وهذه التَّبادلات في الطَّاقة ليسـت تغييرات في الطَّاقة الحركيَّة، إنَّما هي تغييرات في طاقة التَّرابط





الحرارة تُغَيِّر حالة المادَّة

بيـن الجُزَيْئات. فإذا قدّمت الحـرارة إلى مادَّة أثناء مرحلة التَّغيير، عندها يتمّ اسـتخدام هذه الطّاقـة لكسـر الرَّوابط بيـن جُزَيْئـات بعد أن يتمّ كسـز الرَّوابـط الجُزَيْئيَّة فـي الجليد، فإن الجُزَيْئات تتحرّك في نفس السُّرعة المتوسِّطة كما كانت من قبل، لذلك يظلُّ متوسّط الطَّاقة الحركيَّة هي نفسـه، وبالتَّالي فإنَّ درجة حرارة كالفن الخاصة بهم تبقى هي نفسها.

التَّغييرات الرَّئيسة التي تخضع لها المواد عندما يتم تسخينها هي:

(1) زيادة في درجة الحرارة.

(2) تغيير من الحالة.

(3) التَّمدُّد.

كلٌّ مـن هذه التَّغييـرات يعتمد على الخصائص التـي تختلف من مادَّة إلى أخرى. مُعدَّل التَّغيير فـي درجـة الحـرارة يعتمـد علـى الحـرارة النَّوعيَّـة للمـادَّة. وتغيير الحالة مـن الصُّلبة إلـى السَّـائلة، أو مـن السَّـائلة إلـى الغازيَّة يحدث فقط عند اسـتيفاء متطلّبات الحرارة الكامنـة للمـادَّة. والتَّمـدُّد فـي المـواد الصُّلبـة والسَّائلة يجري وفقاً لمعامل التَّمدد للمادَّة.



وليم طومسون

William Thomson

حصل على إشادة دوليّة لاقتراحه مقياس درجة الحرارة المُطلقة التي تعرف الآن باسم مقياس كلفن ولبحوثه الرّائدة في مجالات الطّاقة الميكانيكيّة والحرارة. وُلِدَ وليم طومسون في بلفاست عام 1824 وانتقل الى غلاسكو في عام 1832 عندما أصبح والده جيمس أستاذاً في الرّياضيّات، ومات عام 1907.



الحرارة النَّوعيَّة:

إنّ كمّيَّة الحـرارة اللازمة لرفع درجة حـرارةٍ واحدةٍ الكتلة من مادَّةٍ بمقدارٍ مُعَيّنٍ تسـمّى الحرارة النَّوعيَّة للمـادَّة. ويتـمُّ التَّعبير عنها على أَنَّها النِّسـبة إلى الحرارة النَّوعيَّـة للمياه، والتي هي بحكم التَّعريـف حـرارة الانصهار هي الحرارة الكامنـة اللازمة لتغيير مادَّة من الحالـة الصُّلبة إلى الحالة السَّـائلة. وهـذا التَّغيير يسـمّى ذوبان. وحرارة التَّبخُّـر هي الحرارة الكامنة اللازمـة لتغيير مادَّةٍ من الحالة السَّائلة إلى الحالة الغازيَّة، ويسمَّى هذا التَّغيير بالغليان.

حرارة التَّكاثف:

هي الحرارة الكامنة المُتخلَّى عنها من المادَّة عند تغييرها من غازٍ إلى سائلٍ. ويُسمَّى هذا التَّغيير في المادَّة في بعض الأحيان تسييل. وحرارة التَّكاثف تساوي حرارة التَّبخر.

حرارة التَّجمُّد:

هي الحرارة الكامنة المُتَخَلَّى عنها من مادَّة في التَّغيير من الحالة السَّائلة إلى الحالة الصُّلبة، أمَّا بالنِّسبة لتلك المواد التي تخضع للتَّصَعُّد فتكون في التَّغيير من الحالة الغازيَّة إلى الحالة الصُّلبة. وحرارة التَّجمُّد تساوي حرارة الانصهار وتغيير المادَّة ويسمَّى عادةً التَّجمُّد. وحرارة التَّصلُّب تساوي حرارة التَّصعُّد.

التَّمدُّد:

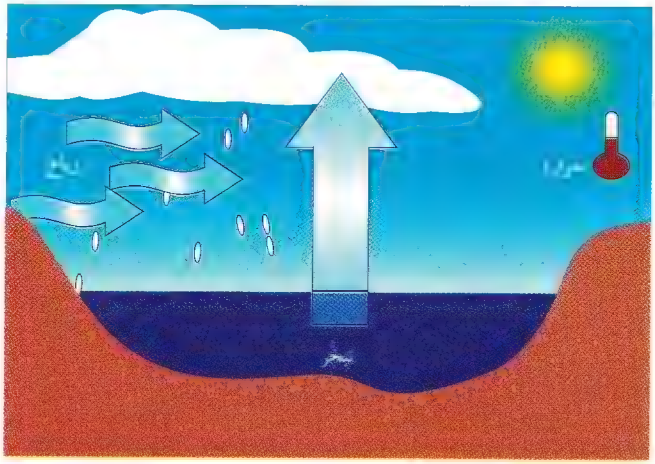
بينما المادَّة تكتسب الطَّاقة الحراريَّة، فإنَّ جُزَيْئاتها تدفع بعيداً عن بعضها البعض، ممَّا يتسبَّب بجعل المادَّة تشغل المزيد من المساحة، وهذا يدعى بالتَّمدُّد. وتتمدَّد المواد الصُّلبة والسَّوائل بنفس الطَّريقة، حيث تخضع الغازات لقوانين مختلفة.



خطوط السِّكك الحديديَّة لديها فجوات للسَّماح بالتَّمدُّد عندما تسخن السِّكك

الحرارة الكامنة

حرارة كامنة



عندما يكون هناك شيء يمتصُّ الحرارة دون تغييرٍ في درجة حرارته، فإنَّ الحرارة المُمْتَصَّة تسمَّى الحرارة الكامنة. والحرارة الكامنة المُمْتَصَّة من الهواء عندما يتكاثف بخار الماء هي في النِّهاية مصدر طاقة العواصف الرَّعديَّة والأعاصير. وتغيُّر الحرارة مرتبطٌ بتغيُّر المادَّة أو المرحلة. والحرارة الكامنة، وتسمَّى أيضاً حرارة التَّحوُّل، وهي الحرارة المُتخلَّى عنها أو المُمتصَّة من قبل إحدى كُتل مادَّةٍ بينما تتغيَّر من الحالة الصُّلبة إلى الحالة السَّائلة، ومن الحالة السَّائلة إلى الحالة الغازيَّة، أو عكس أيٍّ من هذه التَّغييرات. وتُسمَّى كامنةً لأنَّها لا ترتبط بتغيير درجة الحرارة. وكلُّ مادَّة لديها حرارة مُميَّزة للانصهار، مرتبطة بالتَّحوُّل من الحالة الصُّلبة إلى السَّائلة، وحرارة مميَّزة للتبخُّر، مرتبطة بالتَّحوُّل من الحالة الغازيَّة إلى السَّائلة.



الحرارة الكامنة لانصهار الجليد هي 80 سعرة حراريَّة (كالوري) لكلِّ غرامٍ. ويتمُّ امتصاص هذه الكمِّيَّة من الحرارة عن طريق كلِّ غرامٍ من الجليد في الذَّوبان أو تُعطى من قِبَل كلِّ غرام من الماء في التَّجمُّد. أمَّا الحرارة الكامنة لتبخير الماء فهي 540 سعرة حراريَّة لكل غرام، ويتمُّ امتصاصها خلال التَّبخُّر أو يُتخلَّى عنها خلال التَّكاثف. وبالنِّسبة للمادَّة تتحوَّل مباشرة من الحالة الصُّلبة إلى حالة الغاز، أو العكس، فإنَّ الحرارة المُمْتَصَّة أو المُتَخَلَّى عنها تُعرف باسم الحرارة الكامنة للتَّصعُّد. وهكذا فكلُّ غرامٍ من الماء عند 100 درجة مئويَّة تحت ضغوطٍ عاديَّةٍ يمكنه امتصاص ما يصل إلى 540 سعرة حراريَّة دون تغيير درجة حرارته في حين أنَّ الحرارة المُمْتَصَّة تستخدم لكسر الرَّوابط

هل تعلم؟

- أنَّ نقل الحرارة يعمل بنفس الطَّريقة التي ينجذب فيها المغناطيس للمعدن؟
- وأنَّ الحرارة تنتشر دائماً من مصدرها، فهي ترفع درجة حرارة محيطها في حين تَبْرُدُ نفسها؟

الهيدروجينيَّة بيـن جُزَيْئات الماء وليس لتغيير درجـة الحرارة. وهذا يعنـي أنَّ غراماً واحداً مـن الماء عند 100 درجـة مئويَّة يتحوَّل إلى غرامٍ واحدٍ من البخار عند 100 درجة مئويَّة مـن خـلال امتصاصـه 540 سـعرة حراريَّة. ويلاحـظ أن البخار عند 100 درجة مئويَّة لا يحتـوي على طاقـةٍ حراريَّةٍ أكثر من الماء عند 100 درجـة مئويَّـة. وبالمثل فإن غرامـاً واحداً مـن الجليـد في درجـة مئويَّة يأخذ 80 سـعرة حراريَّـة ليتغيَّـر إلى غرامٍ واحـدٍ من الماء عند 0 درجـةٍ مئويَّـةٍ. وهكذا فإنَّ الحـرارة الكامنة لتبخير المياه هي 540 كالوري / غرام/ درجة مئويَّـة والحرارة الكامنة لانصهـار الجليد هي 80 كالوري / غرام/ درجة مئويَّة.
ويمكنـك أن تشـعر بآثـار الحـرارة الكامنة في يـومٍ حارٍّ عندما يتبخَّر العرق من جلدك وأنت تشعر ببرودةٍ. وذلك لأن جُزَيْئات السَّائل التي تتبخَّر سـوف تحتاج المزيد مـن الطَّاقة عندما تُصبح بخار الماء.



تَعرَّف إلى

جيمس بريسكوت جول

James Prescott Joule

وُلِدَ جيمس جول في سالفورد، لانكشاير في 24 ديسمبر (كانون الأول) 1818. وصاغ القانون الذي يُعرف الآن باسم قانون جول للتَّسخين الكهربائي، والذي ينصُّ على أنَّ كميَّة الحرارة التي تنتج كلَّ ثانية في موصل بواسطة التيَّار الكهربائي تتناسب مع مقاومة الموصل ومع مربع التيَّار، وتنطلق الطَّاقة الحراريَّة إلى البيئة عندما يُغيِّر الغاز حالته إلى سائلٍ، وعندما يتحوَّل الجليد من الحالة الصُّلبة إلى سائلٍ، يقال عندها: إنَّها الحرارة الكامنة للجليد.





يتم تسريح الطاقة الحراريّة في الجو عندما تتغير حالة الغاز إلى سائل

ويتـمُّ أخذ هـذه الطَّاقـة الحراريَّة من جلـدك، مُخَفِّضَةً مـن درجة حرارته. وآثـار الحرارة الكامنـة واضحة أيضاً في الطَّقـس. فعندما ترتفـع جُزَيْئات الماء في الهواء عالياً بما فيه الكفاية، فإنَّهـا تصبـح أكثـر بـرودةً وتتكاثف فـي سـائلٍ لديه طاقـة أقـلّ. والطَّاقة (الفائضة) تصبح حرارةً كامنةً وتجعل الهواء المحيط أكثر دفئاً. وهذا يُؤدِّي

إلى الرِّياح، وعندما تحدث العمليَّة بسرعةٍ، يمكنها أن تتسبب بحدوث عواصف رعديَّة. والحرارة الكامنة توفِّر أيضاً طاقةً للأعاصير والزَّوابع، والتي تبدأ فوق المُحيطات الدَّافئة حيث أنَّ هناك كمِّيَّات كبيرة من الهواء الدَّافئ والرَّطب والذي يمكنه أن يرتفع ثمَّ يتكاثف. وكلّما كان الهواء أكثر دفئاً، زادت الطَّاقة النَّاتجة منه للتَّبريد والتَّكاثف، وهذا هو السَّبب في كون الأعاصير أكثر احتمالاً وأكثر قوَّةً في الفصول الدَّافئة. والحرارة الكامنة للتَّكاثف هي مقدار الطَّاقة الحراريَّة المُحَرَّرَة إلى البيئة عندما يُغَيِّر الغاز حالته إلى سائلٍ من أجل غرامٍ واحدٍ من الماء، فإنَّ كميَّة الطَّاقة الحراريَّة المنطلقة هي 540 سعرة حراريَّة في درجة حرارة 100 درجة مئويَّة. والحرارة الكامنة في التَّصعُّد أكبر من ذلك، أمّا الحرارة الكامنة للتَّبخير هي كميَّة الطَّاقة الحراريَّة اللازمة من البيئة لتغيير الحالة من السَّائلة إلى الغازيَّة. لغرامٍ واحدٍ من الماء، فإن كمِّيَّة الطَّاقة الحراريَّة المطلوبة هي 540 سعرة حراريَّة في درجة حرارة 100 درجة مئويَّة.



عندما يتغير الجليد من الصّلب إلى السائل، يُعرَّف على أساس الحرارة الكامنة للتَّلج

الدِّيناميكا الحراريَّة والموصليَّة الحراريَّة

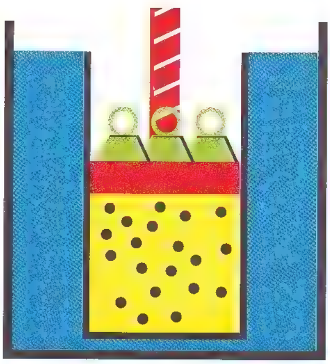
تسمَّى دراسة العمليَّات الحراريَّة بالدِّيناميكا الحراريَّة، وتشمل العمليَّات المدروسة تأثيرات الحرارة على مُختلف حالات المادَّة، والطُّرق التي تتعلَّق فيها الحرارة بالأشكال الأخرى من الطَّاقة. وتعمل جميع العمليَّات الحراريَّة وفق القوانين الأساسيَّة للدِّيناميكا الحراريَّة. والنِّظام الدِّيناميكي الحراري هو النِّظام الذي يتفاعل ويتبادل الطَّاقة مع المنطقة المُحيطة به. ويحتاج التَّبادل والنَّقل إلى أن يحدث بطريقتين على الأقل. وطريقةٌ واحدةٌ على الأقل يجب أن تنقل الحرارة. فإذا كان النِّظام الدِّيناميكي الحراري (في حالة توازن)، فإنَّه لا يمكن أن يُغيِّر حالته أو وضعه دون التَّفاعل مع بيئته. وببساطةٍ فإذا كنت في حالة توازن، فأنت نظامٍ سعيدٍ، وأنت فقط المعنيُّ بشؤونك الخاصَّة. ولا يمكنك حقّاً أن تفعل أيَّ شيءٍ، فإذا قمت بذلك، فعليك أن تتفاعل مع العالم من حولك.

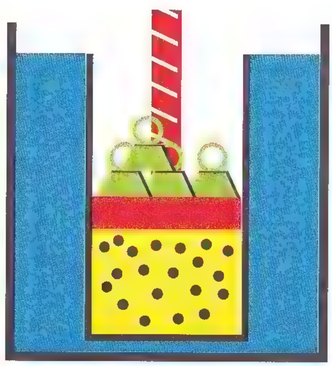
القانون الصِّفري:

القانون الصِّفري في الدِّيناميكا الحراري ينصُّ على أنَّه إذا كان جسمين في حالة توازنٍ حراريٍّ مع جسمٍ ثالثٍ فهما في حالة توازنٍ مع بعضها البعض. وقد يبدو هذا القانون واضحاً ولكنَّه مهمٌّ جدّاً لأنَّه يسمح لحرارة الجسم أن تُحَدَّد من خلال معايرتها مع جسمٍ له درجة حرارة معروفة.

القانون الأول:

القانون الأول للدّيناميكا الحراريَّة هو أبسط قليلاً. وينصُّ القانون الأوَّل على أنَّه عندما يتمُّ إضافة الحرارة إلى النِّظام، فإنَّ بعضاً من تلك الطَّاقة يبقى في النِّظام وبعضها يغادر النِّظام. والطَّاقة التي



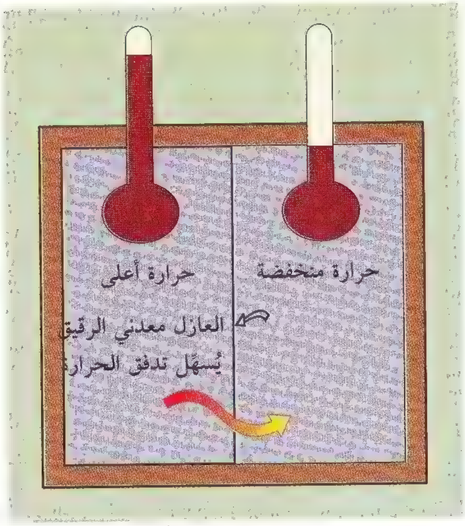


الحالة 1 E هي الطاقة الداخلية

$$E_2 - E_1 = Q - W$$

القانون الأول للديناماكيا الحراريَّة

تغادر تقوم بعملٍ في المنطقة من حوله. والطَّاقة التي تبقى في النِّظام تخلق زيادةً في الطَّاقة الدَّاخليَّة للنِّظام.



وهذا توضيح من أجل القانون الثَّاني للديناميكا الحراريَّة

القانون الثَّاني:

يوضّح القانون الثَّاني للديناميكا الحراريَّة أنَّه من المستحيل أن توجد عمليَّة دوريَّة تُحَوِّل الحرارة بالكامل إلى عملٍ. كما أنَّه من المستحيل أن تكون هناك عمليَّة تنقل الحرارة من الأجسام الباردة لتسخين الأشياء دون استخدام العمل.

والجزء الثَّاني من القانون هو الأكثر وضوحاً. والجسم البارد لا يمكن أنْ يُسَخِّن الجسم الدَّافئ. والحرارة بطبيعة الحال تتدفَّق من المناطق الأكثر دفئاً إلى المناطق الأكثر برودة. والحرارة تتدفَّق وتنتشر خارجةً إلى مناطق ذات حرارةٍ أقلّ. فإذا كانت الحرارة ستنتقل من المناطق الباردة إلى الأكثر دفئاً، فإنَّها ستكون ضدَّ ما هو (طبيعي)، وبالتَّالي فإنَّ النِّظام يجب أن يخضع لبعض الأعمال لكي يحدث ذلك.

القانون الثَّالث للديناميكا الحراريَّة:

إنَّ القانون الثَّالث للديناميكا الحراريَّة هو أقلُّ شهرةً من قوانين الدِّيناميكا الحراريَّة الرَّئيسة الثَّلاث. وهذه القوانين تساعد في تكوين أسس العلم الحديث.

وقوانين الدِّيناميكا الحراريَّة هي قوانين فيزيائيَّة مُطلقة، وكلُّ شيءٍ في الكون المرئي يخضع لها. مثل الوقت أو الجاذبيَّة، ولا شيء في هذا الكون معفيٌّ من هذه القوانين. في أبسط أشكاله، والقانون الثَّالث للديناميكا الحراريَّة يربط الإنتروبي (العشوائيَّة) للمادَّة بدرجة الحرارة المُطلقة. ويشير القانون الثَّالث للدّيناميكا الحراريَّة إلى الحالة التي تُعرف باسم (الصِّفر المطلق). وهي النُّقطة السُّفلى على مقياس كلفن للحرارة. ومقياس كلفن أساسيٌّ، وهذا يعني 0 درجة كلفن هي رياضيّاً أدنى درجة حرارة ممكنة في الكون. وهذا يتوافق مع حوالى -273.15 درجة مئويَّة،
أو -459.7 فهرنهايت.



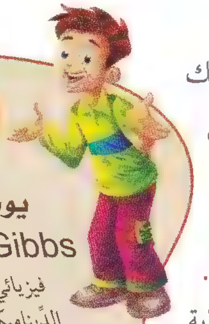
هل تعلم؟

• أنَّ التَّوصيل الحراري النَّاجم عن الإلكترونات المتحرِّكة أكثر كفاءة من التَّوصيل النَّاتج عن الاهتزاز؟

وفي الواقع، لا يمكن لجسمٍ أو نظامٍ أن يملك درجة حرارة الصِّفر كلفن، بسبب القانون الثَّاني للدِّيناميكا الحراريَّة. والقانون الثَّاني في جزءٍ منه، يتضمَّن أنَّه لا يمكن للحرارة أن تتحرَّك من تلقاء نفسها من جسم أبرد إلى جسمٍ أكثر سخونة. كنظام يقترب من الصِّفر المُطلق، فلا بدَّ له في نهاية المطاف أن يسحب الطَّاقة من أي نظمٍ مجاورة. فإذا سحب الطَّاقة، فإنَّه لا يمكنه أبداً الوصول للصِّفر المُطلق، وهذه الحالة غير ممكنة فيزيائيّاً، ولكنها هي الحَدّ الرِّياضي للكَوْن.

والقانون الثَّالث للديناميكا الحراريَّة يقول بشكلٍ أبسط: «إنَّ الإنتروبي للكريستال النَّقي المثالي هو صفر (0) في صفر كلفن (0 ° K)». الإنتروبي هو خاصِّيَّة المادَّة والطَّاقة التي ناقشناها في القانون الثَّاني للدّيناميكا الحراريَّة.

والقانون الثَّالث للديناميكا الحراريَّة يعني أنَّه بينما درجة حرارة نظامٍ تقترب من الصِّفر المطلق، فإنَّ الإنتروبي يقترب من ثابت (في الكريستال النَّقي

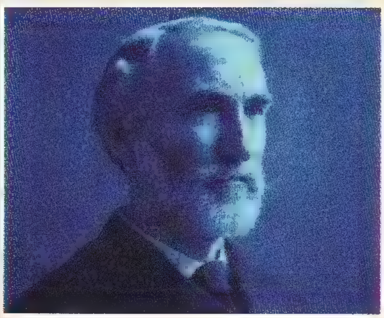


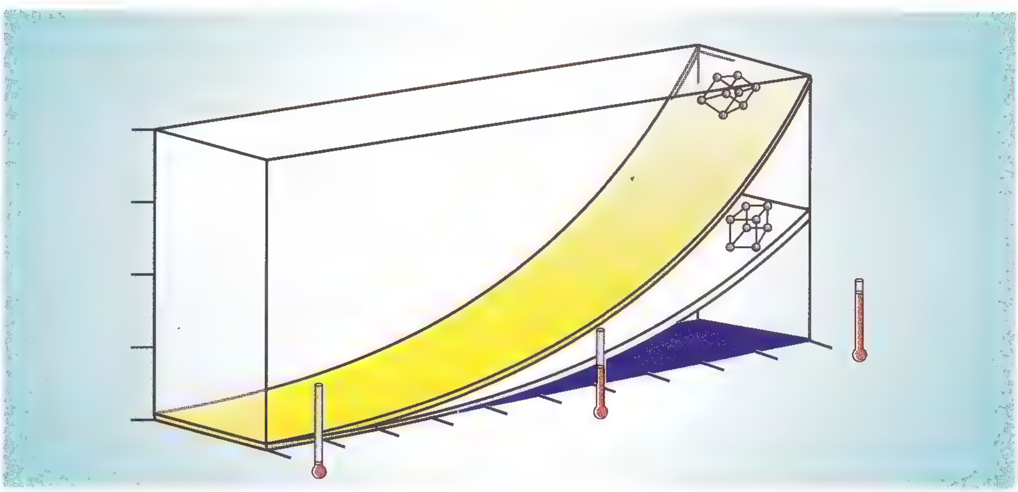
تعرَّف إلى

يوشيا ويلارد جيبس
Josiah Willard Gibbs

فيزيائي أمريكي صاغ مفهوم توازن الدِّيناميكا الحراريَّة للنِّظام فيما يخصُّ الطَّاقة أريك Weisstein في عالم الفيزياء والإنتروبي.

وُلِدَ يوشيا ويلارد جيبيس في نيو هافن بولاية كونيكتيكت في 11 فبراير (شباط) 1839 وهو الإبن الوحيد لعائلته.





بينما تقترب درجة حرارة من 0 K، فإنَّ الإنتروبي سيتغيَّر بإتِّجاه النُّقصان DST الانتقاليَّة.

بالكامل، هذا الثَّابت هو صفر). والكريستال الكامل النَّقاء هو الذي تكون فيه كلُّ الجُزَيْئات متطابقةً، والمحاذاة الجُزَيْئيَّة متساوية تماماً في جميع أنحاء المادَّة. وللكريستال غير النَّقي، أو الذي لديه محاذاة أقل من الكمال، سوف يكون هناك بعض الطَّاقة المرتبطة بعدم الكمال، وبالتَّالي فإنَّ الإنتروبي لا يمكن أن يصبح صفراً.

والقانون الثَّالث للدّيناميكا الحراريَّة يمكن تصوُّره من خلال التَّفكير بالماء. والماء في شكله الغازي لديه الجُزَيْئات التي يمكن التَّنقل بِحُرِّيَّة جدًّا. وبخار الماء لديه إنتروبي عالي جدّاً (عشوائيَّة)، بينما يبرد الغاز، فإنَّه يصبح سائلاً. وجُزَيْئات الماء السَّائل لا تزال بإمكانها أن تتحرَّك، ولكن ليس بنفس الحُرِّيَّة. لأنَّها فقدت بعض الإنتروبي. وعندما يبرد الماء أكثر، فإنَّه يتحوَّل إلى جليدٍ صلبٍ. ولم تعد جُزَيْئات الماء الصُّلب تستطيع التَّحرُّك بحريَّة، ولكن يمكنها أن تهتزَّ فقط داخل بلُّورات الثَّلج. الإنتروبي الآن منخفض جدًّا. بينما يتمُّ تبريد المياه أكثر فأكثر، مقترباً شيئاً فشيئاً من الصِّفر المُطلق، واهتزاز الجُزَيْئات يتناقص. فإذا وصل الماء الصُّلب إلى الصِّفر المطلق، فإنَّ حركة كلِّ الجُزَيْئات ستتوقف تمامًا. عند هذه النُّقطة، فإن الماء لن يكون لديه إنتروبي (عشوائيَّة) على الإطلاق. ومعظم الاستخدام المباشر للقانون الثَّالث للديناميكا الحراريَّة يحدث في الكيمياء والفيزياء عند درجات الحرارة المنخفضة للغاية. وقد استخدمت تطبيقات هذا القانون للتَّنبُّؤ باستجابة المواد المختلفة إلى التَّغييرات في درجات الحرارة، وقد أصبحت هذه العلاقات أساسيَّة للكثير من التَّخصُّصات العلميَّة، على الرُّغم من أنَّ القانون الثَّالث للدّيناميكا الحراريَّة لا يستخدم بشكلٍ مباشرٍ تقريباً بقدر الإثنين الآخرين.

الموصليَّة الحراريَّة

يشير التَّوصيل الحراري لنقل الطَّاقة الحراريَّة بسبب وجود جسمٍ له درجات حرارة مُختلفة. ولكي يتمُّ نقل الطَّاقة الحراريَّة باستخدام التَّوصيل، وينبغي ألاَّ يكون هناك أي حركةٍ للجسم ككلّ. والطَّاقة الحراريَّة تتحرَّك دائماً من ذلك ذو التَّركيز الأعلى إلى الأقل تركيزاً، وهذا يعني من السَّاخن إلى البارد، فإذا كان جزءٌ واحدٌ من الجسم ساخنٌ، فالحرارة ستنتقل عن طريق التَّوصيل الحراري إلى الجزء الأبرد من ذلك الجسم. والتَّوصيل الحراري سوف يحدث أيضاً إذا وجد جسمين مُختلفين في درجات الحرارة ولَمَسَا بعضها البعض.

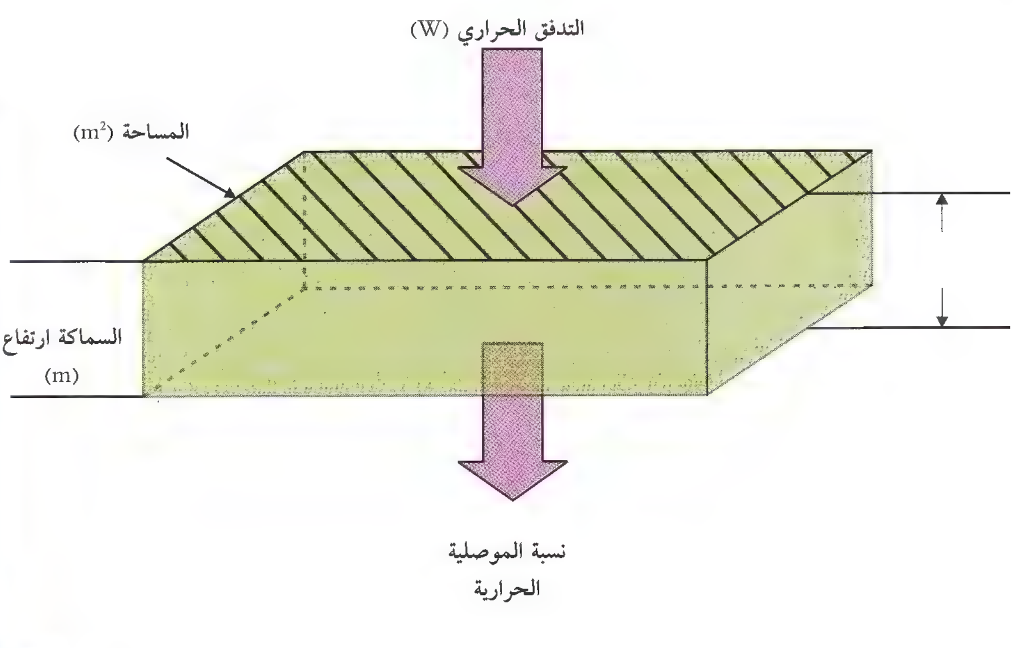
ويمكن نقل الحرارة بثلاث طُرُقٍ مختلفةٍ: الحمل الحراري، والإشعاع، والتَّوصيل.



هل تعلم؟

- أنَّ جسماً مع موصليَّةٍ مُنخفضةٍ سوف ينقل الحرارة بشكلٍ أبطأ من جسمٍ ذو موصليَّةٍ عاليةٍ؟
- وأنَّ قانون هيس يُستخدم للعثور على المحتوى الحراري للتَّفاعل؟

والتَّوصيل هو الطَّريقة التي يتمُّ فيها نقل الحرارة في مادَّةٍ صلبةٍ، وهو الطَّريقة التي يتمُّ نقلها في مُبَدِّد الحرارة. ويحدث التَّوصيل عندما يتلامس جسمان لهما درجات حرارة مختلفة مع بعضهما البعض. في نقطة التقاء الجسمين، وتصطدم الجُزَيْئات المُتَحَرِّكة بشكلٍ أسرع في الجسم الأكثر دفئاً مع الجُزَيْئات التي تتحرَّك ببطء في الجسم الأبرد. وعندما يحدث هذا فإنَّ الجُزَيْئات المُتَحَرِّكة بشكلٍ أسرع في الجسم الأكثر دفئاً تعطي الطَّاقة للجُزَيْئات المُتَحَرِّكة ببطء، والتي بدورها تُسَخِّن الجسم الأبرد. وتُعرف هذه العمليَّة بالموصليَّة الحراريَّة وهي كيف تنقل المُبَدِّدات الحراريَّة الحرارة بعيداً عن معالج الكمبيوتر. والمُبَدِّدات الحراريَّة عادةً ما تكون مصنوعة من المعدن، والذي يكون بمثابة موصل حراري والذي يحمل الحرارة بعيداً عن وحدة المعالجة المركزيَّة.
وهناك إيجابيَّات وسلبيَّات لاستخدام كلّ نوعٍ من المعدن. وكلُّ معدنٍ لديه المستوى المختلف من الموصليَّة الحراريَّة. وكلَّما ارتفع التَّوصيل الحراري للمعدن، كان أكثر كفاءة في نقل الحرارة، ومن المعادن الأكثر شيوعاً والتي تُستخدم في أحواض الحرارة هو الألومنيوم. فالألومنيوم لديه موصليَّة حراريَّة تبلغ 235 واط لكلّ كلفن لكلّ متر (W / متر كلفن). وقيمة الموصليَّة الحراريَّة، في هذه الحالة 235، تشير إلى قدرة المعدن على نقل الحرارة. وببساطةٍ فإنَّ ارتفاع قيمة الموصليَّة الحراريَّة للمعدن، يُشير إلى المزيد من الحرارة التي يمكن للمعدن نقلها. والألومنيوم هو أيضاً خفيف الوزن وكلفة إنتاجه أقل. وعندما يتمُّ تركيب مُبَدِّدِ الحرارة، فإنَّ وزنه يضعُ مستوى مُعَيَّن من الضَّغط على اللَّوحة الأم، والتي تمَّ تصميمها لاستيعابه. وبالتَّالي، فإنَّ خِفَّة وزن التَّشكيل للألومنيوم مفيدةٌ لأنَّها تضيف وزناً وضغطاً قليلاً على اللَّوحة الأُمّ.



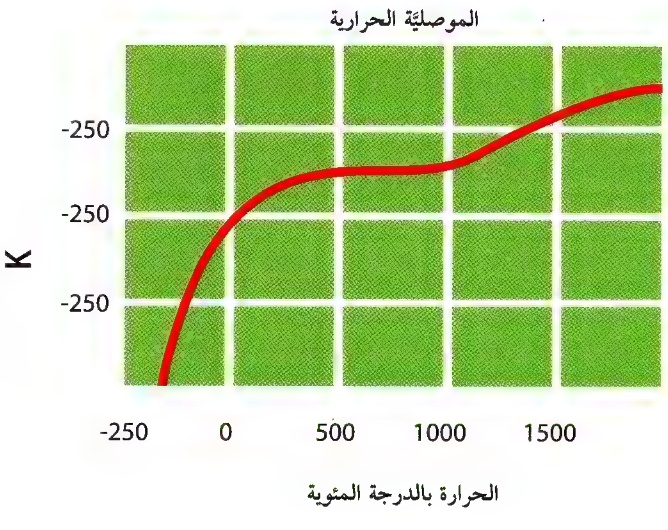
والنُّحاس هو من أفضل المواد المستخدمة وأكثرها شيوعاً لصنع مُبَدِّدات الحرارة، فالنُّحاس لديه موصليَّة حراريَّة عالية جدّاً قيمتها 400 واط / م ك. إلاَّ أنَّه، مع ذلك أثقل من الألومنيوم وأكثر تكلفةً، ولكن لأنظمة التَّشغيل التي تتطلب كمِّيَّةً واسعةً من تبديد الحرارة، فغالباً ما يُستخدم النُّحاس، فأَين تذهب الحرارة بمُجَرَّد أن يتمَّ إيصالها من المعالج عبر مُبَدِّد الحرارة؟

والمروحة داخل الكمبيوتر تُحرِّك الهواء عبر مُبَدِّد الحرارة إلى خارج الكمبيوتر.

ومُعظم أجهزة الكمبيوتر لديها أَيضاً مروحةٌ إضافيَّةٌ مُثَبَّتةٌ مباشرة فوق مُبَدِّد الحرارة للمُساعدة في تبريد مناسب المعالج. ومُبَدِّدات الحرارة مع هذه المراوح الإضافيَّة تُدعى مُبَدِّدات الحرارة النَّشطة، في حين أن تلك التي لديها مروحة واحدة تسمَّى مُبَدِّدات الحرارة الخاملة. أمَّا المروحة الأكثر شيوعاً هي مروحة الصُّندوق، التي تسحب الهواء البارد من خارج الكمبيوتر وتنشره خلال جهاز الكمبيوتر، طاردةً الهواء السَّاخن خارجاً من الخلف.

Q = نقل الحرارة، W = العمل، E = الطَّاقة الدَّاخليَّة

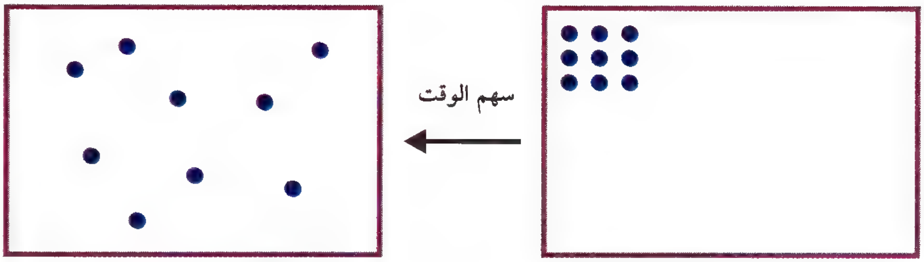
$$E2 - E1 = Q - W$$



ما هو الإنتروبي؟

الإنتروبـي S هـو مقيـاسٌ لكمِّيَّة الطَّاقـة في النِّظام التي لا يمكن اسـتخدامها للقيـام بالعمل. وهو أيضـاً مقيـاسٌ للفوضى الموجودة في النِّظام، فهو مقيـاسٌ للفوضى في نظامٍ يحتوي على طاقةٍ أو معلومـاتٍ. وكُلَّما قَلَّ ترتيب النِّظام زاد الإنتروبي الخاصّ بـه. ومفهوم الإنتروبي مُفيدٌ في العلوم الفيزيائيَّة، وخاصَّةً في الدِّيناميكا الحراريَّة، وهو مفيدٌ أيضاً في مجال الاتِّصالات والحقول الأخرى. ويتـمّ فـي الدِّيناميكا الحراريَّة إعطـاء الإنتروبي من حيث الحرارة المنقولـة أو من مادَّةٍ عند درجةٍ حـرارةٍ مُعَيَّنَـةٍ. فـي نظريَّـة الاتِّصـالات، والإنتروبي هـو مقيـاسٌ للمعلومات التي فُقـدت في نقل الإشـارات، حيث الرَّسـائل تميل إلى أن تصبح مشـوّهةً أو خاطئةً بسـبب أخطاء عشـوائيَّة تسـمَّى الضَّوضاء.

ومـن الخصائـص العامَّـة للعمليَّـات الطَّبيعيَّة هو أنَّها تميـل إلى أن تؤدِّي إلى زيـادةٍ في الإنتروبي أي إلـى فوضـى أكثر. ويحـدث هذا الميلان لأنَّه يوجد العديد من التَّرتيبات العشـوائيَّة أكثر بكثيرٍ مـن التَّرتيبـات المُرَتَّبَة المُمكنة لأجزاء أيِّ نظامٍ. وعلى سـبيل المثال، عندمـا تَهُزّ صندوقاً يحتوي علـى عملاتٍ معدنيَّةٍ مُرَتَّبَة في صفوفٍ، وسـوف تسـتقرُّ القطع النَّقديَّة في نمـطٍ غير مُنَظَّمٍ بما أن هنـاك العديـد من الوضعيَّات العشـوائيَّة المُمكنة للعمـلات. وفي نظامٍ فيزيائيٍّ يحتـوي على مادَّةٍ دافئةٍ وأخرى باردةٍ، سوف تتدفَّق الحرارة بشكلٍ طبيعيٍّ من الجسم الأكثر دفئاً إلى الجسم الأكثر برودة. وهذا المبدأ المعروف باسـم القانون الثَّاني للدِّيناميكا الحراريَّة، ويمكن تفسـيره من حيث الإنتروبـي. فبينمـا يتمُّ تسـخين مادَّةٍ، فـإنَّ الإنتروبي يـزداد لأنَّ حركة جُزَيْئاته تـزداد وتصبح أكثر عشوائيَّة. وتتدفَّق الحرارة بشكلٍ طبيعيٍّ من المادَّة الأكثر دفئاً إلى المادَّة الأكثر برودة لأنَّ تسخين



في حال قمت بتفريغ الطوب من الشاحنة ، كيف ستكون النتيجة، كما في اليمين أو اليسار الفوضى تُشكِّل إحتمال أكبر من الترتيب



مـادَّة أكثـر بـرودة يزيد مـن الإنتروبـي الكُلِّي للنِّظـام. وفـي تحويـل الطَّاقـة إلـى أشـكالٍ مختلفةٍ أو في استخدام الطَّاقة لإنتاج العمل، فإنَّ بعضاً من هذه الطَّاقة يضيع على شـكل حـرارةٍ والذي يَنتُج عـن الاحتكاك أو بعض وسـائل أخرى. تُسَبِّب هذه الحـرارة الضَّائعة زيـادةً في الإنتروبي. ونظام الإنتروبي يُشـير إلى مقـدار الطَّاقـة الحراريَّـة غيـر المتوفـرة للقيـام بالعمـل. وعلـى الرَّغـم مـن أن الإنتروبي في نظـام مُعطى يمكن أن ينخفـض، فإنَّه يمكن القيـام بذلك فقط عن طريـق زيادة الإنتروبي للنِّظام المُرتبط وذلـك بنفس المقدار أو أكبر منه.

وعلى سـبيل المثال، بينما الثَّلاَّجـة تُبَرِّد الهواء داخلهـا، فـإنَّ إنتروبـي الهـواء ينقـص، وعلى الرَّغـم مـن أن الحرارة الصَّـادرة عن الثَّلاجة في العمليَّة تزيد من الإنتروبي للهـواء الخارجـي بمقـدارٍ أكبـر. ونظـام الكون هو نظامٌ قائمٌ بذاته ويتزايد فيه الإنتروبي باستمرارٍ. ولهذا السَّبب يعتقد العلماء أنَّ الكون قـد يصل إلـى حالةٍ من إنتروبي أعظمي تكون فيه كلُّ المواد لديها درجة حرارة مُوَحَّدَة.



ما هو المحتوى الحراري؟

المحتـوى الحـراري هـو كَمِّيَّـة الحـرارة المُحتـواة المسـتخدمة أو المُحَـرَّرَة فـي نظـامٍ عنـد ضغـطٍ ثابـتٍ. وعـادةً مـا يتـمُّ التَّعبير عـن المحتـوى الحـراري بالتَّغيُّـر فـي المحتـوى الحـراري. ويرتبـط التَّغيُّـر بالمحتـوى الحـراري بالتَّغيُّـر فـي الطَّاقـة الدَّاخليَّـة (U) والتَّغيُّـر فـي الحجـم (V)، والـذي يكـون



تعرّف إلى

كونت رومفورد

Count Rumford

رومفورد هو المعروف في المقام الأول بسبب العمل الذي قام به حول طبيعة الحرار. وُلِدَ كونت رومفورد في مدينة وبرن، ماساتشوستس عام 1753. وهو الذي لاحظ أنَّ كميَّة الحرارة المُحَرَّرَة ستكون كافيةً لإذابة معدن المدفع تماماً إذا أمكن إعادتها لهذا المعدن حسب مُعطيات عالَم الفيزياء لإريك وايشتاينس Eric Weisstein.



هل تعلم؟

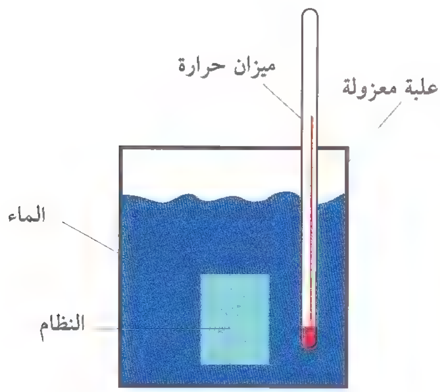
- أنّ مفهوم الإنتروبي نشأ من دراسة رودولف كلوسيوس لدورة كارنو Carnot cycle؟.
- وأنّ التغيير في المحتوى الحراريّ المطلوب لتغيير طبيعة مول واحد من المركب؟

مضروباً بالضَّغط الثَّابت للنظام. المحتوى الحراري (H) هو مجموع الطَّاقة الدَّاخليَة (U) وحاصل جداء الضَّغط والحجم (PV) والذي يُعطى بالمُعادلة: $H = U + PV$ وعند حدوث عمليَّة في الضَّغط الثَّابت، الحرارة المُتغيِّرة (التي تتحرَّر أو التي يتمُّ امتصاصها) تساوي التَّغيير في المحتوى الحراريّ. والمحتوى الحراريّ هو تابعُ حالةٍ، والذي يعتمد اعتماداً كُلِّياً على توابع الحالة T، P و Uوعادةً ما يتمُّ التَّعبير المحتوى الحراري بأنَّه التَّغيير في المحتوى الحراريّ (ΔH) للعمليَّة بين الحالات الأوليَّة والنِّهائيَّة: $\Delta H = \Delta U + \Delta PV$ إذا بقيت درجة الحرارة والضَّغط ثابتَين خلال العمليَّة فإنَّ العمل يقتصر على عمل الضَّغط والحجم، وعندها يتمُّ إعطاء التَّغيير في المحتوى الحراري بالعلاقة.

$$\Delta H = \Delta U + P\Delta V$$

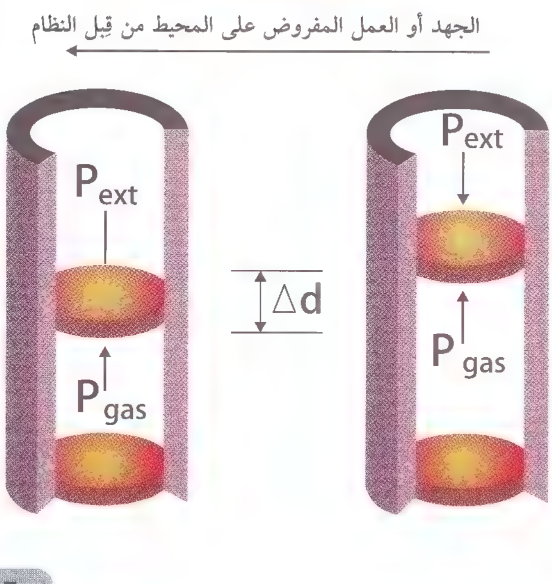
عند ضغط ثابت أيضاً فإنَّ تدفُّق الحرارة (q) للعمليَّة يساوي إلى التَّغيير في المُحتوى الحراري الذي يُحَدَّد بالعلاقة.

$$\Delta H = q$$



من خلال النَّظر في ما إذا كان q هو طارد للحرارة أو ماصّ للحرارة فإنَّه يمكننا تحديد العلاقة بين ΔH وq. فإذا كان التَّفاعل يمتصّ الحرارة فهو تفاعُل ماصّ للحرارة وهذا يعني أنَّه يستهلك الحرارة من المناطق المحيطة وبالتَّالي $q > 0$ (إيجابيَّة).

عند درجة حرارة وضغط ثابتين، ومن خلال المُعادلة المذكورة أعلاه، فإذا كان q إيجابي عندها ΔH هو أيضاً إيجابيّ. والشَّيء نفسه ينطبق إذا كان التَّفاعل يُطلق حرارة، وبالتَّالي هو طاردٌ للحرارة، وهذا يعني أنَّ النِّظام يعطي حرارةً إلى المناطق المُحيطة به، لذلك $q < 0$ (سلبي). وإذا كان q سلبي فإن ΔH سيكون سلبي أيضاً.



المحتوى الحراري من المرحلة الانتقاليّة

يمكن تمثيل المحتوى الحراري بالمحتوى الحراري القياسي، ΔHo. هذا هو المحتوى الحراري لمـادَّةٍ فـي الحالـة المعياريَّة. ويتمُّ تعريف الحالـة المعياريَّة على أنَّها المادَّة النَّقيَّـة التي تبقى ثابتةً في ضغطِ 1 بار. تغييرات الحالة مثل الجليد إلى الماء السَّائل، وتتطلَّب أو تمتصُّ كمِّيَّةً مُعيَّنةً من المُحتوى الحراري القياسي:

- المحتـوى الحـراري المعياري للتَّبخُّر - ΔvapHo: هي الطَّاقة التي يجب تزويدها على شـكل حرارةٍ عند ضغطٍ ثابتٍ لكلِّ مول من الجُزَيْئات المتبخرة (السَّائل إلى غاز).
- المحتوى الحراري المعياري للإنصهار - ΔfusHo: هي الطَّاقة التي يجب تزويدها على شـكل حرارة عند ضغطٍ ثابتٍ لكلِّ مول من الجُزَيْئات المُذابة (الصُّلبة إلى السَّائلة).

المحتـوى الحـراري المعيـاري للتصعّـد - ΔsubHo: هي الطَّاقة التي يجب تزويدها على شـكل حرارةٍ عند ضغطٍ ثابتٍ لكلِّ مول من الجُزَيْئات المُحَوَّلة إلى بخارٍ من الحالة الصُّلبة.

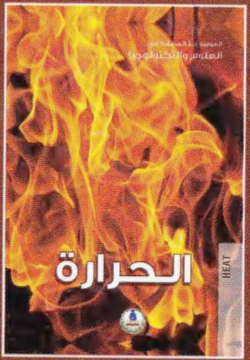
فـإذا كانت الجُزَيْئات تُمثِّل جُزَيْئات الغاز في درجات الحرارة العاديَّة داخل حاويةٍ مُغلقةٍ؛ أي: من التَّكوينات الموضحة يأتي في المرتبة الأولى؟ وإذا قمتَ بقذف الطُّوب من شـاحنةٍ؛ أي نوع من الكومات هي الأكثر احتمالاً؟ .



- أنّه على الرَّغم من أن المُحتوى الحراري يُستخدم عادةً في الهندسة والعلوم، فإنَّه من المستحيل قياسه مباشرة، كما أنّه لا يوجد لديه مركز (نقطة مرجعيّة)؟

الموسوعة المصورة في
العلوم والتكنولوجيا
PICTORIAL SCIENCE INFOPEDIA

- الوقت
- القوى والحركة
- الهواء
- الأرض
- الكون
- الطب
- الإتصالات
- الطيران
- الرجل الآلي
- السيارات
- الحاسب الآلي
- التكنولوجيا
- جسم الإنسان
- المغناطيسية
- الكهرباء
- الصوت
- الخلايا
- المحيطات
- تقنية الصغائر (النانو)
- رحلات الفضاء
- الضوء
- الحرارة
- الكيمياء وعناصرها
- حالات المادة: الصلب، السائل والمتبخر



العُلوم هي منظومة الحُصول على المعرفة إستنادًا على النَّظريَّات التي تُطبَّق من خلال إجراء البُحث والتَّجارب العلميَّة. هذه الموسوعة التي بين يديك تُشكل مجموعة مراجع أساسيَّة تؤمِّن لك الأُسس الفعَّالة للإبحار في مُختلف الإختصاصات العلميَّة. إنَّها مصدر قيِّم للطُّلاب والمُتخصِّصين، يعرض القوانين والقواعد العلميَّة بأسلوب شيِّق وسهل مُستندًا إلى الصوَر الملوَّنة والإختبارات العلميَّة التي تُرسِّخ المعلومة بشكلٍ ثابت في الأذهان.

PICTORIAL SCIENCE INFOPEDIA

Dar El Rateb دار الراتب الجامعية
P.O.Box 14/5229 Beirut - Lebanon
Telefax: 00961 1 853993 - 853895
Website : www.dar-elrateb.com
Email: info@dar-elrateb.com

ISBN 978-9953-30-704-6
9 789953 307046